Тр 2475

Труды Олонецкой Научной Экспедиции

ч. III вып. 2

1931

1183833

Тр 2475
720 43
1931 вып 2

Гидро-Метеорологический Комитет Союза ССР

Государственный Гидрологический Институт

ТРУДЫ
Олонецкой Научной Экспедиции

ЧАСТЬ III
ГЕОЛОГИЯ

Выпуск 2

Г. Ю. Верещагин. К вопросу о неравномерности поднятия берегов Онежского озера.

ИЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ЛЕНИНГРАД
1931

1998
проверена-58 г.
ПРОВЕРЕНА-58
ПРОВЕРЕН
1952 г.

COMITÉ HYDRO-MÉTÉOROLOGIQUE de l'U. R. S. S.

INSTITUT HYDROLOGIQUE

TRAVAUX
de l'Expédition Scientifique d'Olonetz

PARTIE III

GÉOLOGIE

Livraison 2

G. J. Werestschagin. Étude sur le soulèvement irregulier des bords du lac Onéga.

LENINGRAD
1931

Тр 2475

27893

Гидро-Метеорологический Комитет Союза ССР

Государственный Гидрологический Институт

ТРУДЫ
Олонецкой Научной Экспедиции

ЧАСТЬ III
ГЕОЛОГИЯ

255080.

1183833 кр.

Выпуск 2

Г. Ю. Верещагин. К вопросу о неравномерности поднятия берегов Онежского озера.

ИЗДАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ЛЕНИНГРАД
1931

720
31 Ч3 Вер

Национальная библиотека Республики Карелия

COMITÉ HYDRO-MÉTÉOROLOGIQUE de l'U. R. S. S.

INSTITUT HYDROLOGIQUE

TRAVAUX
de l'Expédition Scientifique d'Olonetz

PARTIE III

GÉOLOGIE

Livraison 2

G. J. Verestschagin. Étude sur le soulèvement irregulier des bords du lac Onéga.

LENINGRAD
1931

К вопросу о неравномерности поднятия берегов Онежского озера.

Г. Ю. Верещагин.

Работавшая в 1920—1924 годах Олонецкая научная экспедиция Государственного Гидрологического института ставила перед собою задачи широкого лимнологического изучения озер Карелии; последовательно ее работами начало охватываться, начиная с 1923 года, и Онежское озеро. Когда в 1924 г. прерваны были внезапно все работы экспедиции, некоторые из бывших в ходу работ не смогли быть законченными и, вообще, не получили дальнейшего развития. К числу таких работ относится и вопрос о неравномерном поднятии берегов Онежского озера.

Вопрос этот предполагалось осветить с двух различных сторон: во первых—с точки зрения изучения морфологии современных берегов озера, которые, несомненно, дают прекрасное доказательство существования указанного явления [1]). Во вторых—с точки зрения соответствующей обработки водомерных материалов по озеру.

Этот метод обработки уровней мною был разработан еще в 1924 году, и тогда же в совете Озерного отдела Гидрологического института было сделано сообщение о результатах применения этого метода к обработке уровней Онежского озера. След этого сообщения отражен в печати в виде небольшой заметки [1]). В течение последующих 5 лет я не опубликовывал сделанных тогда выводов на том основании, что все надеялся заняться изучением морфологии берегов Онежского озера, так как выводы, делаемые на основании обработки уровней, приобретут гораздо бо́льшую полноту безусловно лишь при их сопоставлении с изучением морфологии берегов. Ввиду того, однако, что в настоящее время мне лично едва-ли уже придется вернуться к вопросу о

---

[1]) Началом этой работы является опубликованная статья Е. Н. Дьяконовой-Савельевой и Б. Ф. Землякова. Исследования по четвертичной геологии на северном берегу Онежского озера. Изв. Гос. Гидрол. Инст., 1928, № 21, стр. 11—16.

[2]) Г. Ю. Верещагин. Положительное и отрицательное движение береговой линии на оз. Сегозере и о некоторых связанных с этим явлением вопросах. Изв. Рос. Гидрол. Инст., 1924, № 9, стр. 54—55.

морфологии берегов Онежского озера, а вопрос о неравномерности поднятия его берегов приобретает в связи с оживлением вопроса о Балтийско-Беломорском водном пути несомненную актуальность—я снова вернулся к вопросу об уровнях Онежского озера, переработал вновь этот вопрос, приняв во внимание новую связанную с этим вопросом литературу, и решаюсь опубликовать результаты этой работы в надежде, что эти данные побудят кого-либо, располагающего бо́льшими чем я возможностями работ на Онежском озере, подтвердить делаемые мною выводы результатами изучения морфологии берегов озера.

Епейрогенетическое движение земной коры, состоящее в районе Фенноскандии в постепенном поднятии местности с центром этого поднятия на севере Фенноскандии и постепенным его затуханием на периферии,—имеет в настоящее время богатую литературу. Тем не менее, граница этого поднятия на востоке и юго-востоке до настоящего времени является еще невыясненной, а потому специальное в этом отношении изучение Онежского озера представляет исключительный интерес.

Для суждения об относительном поднятии различных берегов озер, широко используются высоты древних террас озер, соответствующие более высокому стоянию его вод над современным уровнем озера. Эти высоты террас вследствии неравномерности поднятия берегов оказываются в разных частях озера различными; зная возраст террас, можно установить разность средней быстроты поднятия противоположных берегов озера, а на этом основании, зная линейное расстояние между этими берегами, можно вычислить и быстроту поднятия на единицу горизонтального протяжения, т. е. так называемый градиент поднятия, характеризующий данную местность.

Здесь следует, однако, заметить, что изучение морфологии берегов может дать лишь среднюю скорость поднятия местности за период, прошедший после образования террасы.

Что же касается современного процесса изменения положения уровня озера относительно его берегов, то изучение морфологии берегов дает лишь указание на направление, в котором происходит это изменение уровня, т. е. происходит ли положительное или отрицательное движение береговой линии; что же касается количественного выражения быстроты этого процесса, то изучение морфологии берега лишь в исключительных случаях даст возможность оценить это явление с этой стороны, и для этой цели наиболее точные материалы могут дать, особенно при некоторых условиях, водомерные наблюдения.

Все имеющиеся в литературе методы использования водомерных наблюдений для определения интенсивности поднятия берегов, можно разделить на две большие группы. К первой относятся методы, применяемые в тех случаях, когда водоем является частью открытого океана, с ним непосредственно связаною.

Такой случай мы имеем в Балтийском море, все точки побережья которого подвержены неравномерному вертикальному перемещению, а потому нет на

берегу Балтийского моря такого репера, по отношению к которому средний многолетний уровень озера оставался бы без изменения. В этих случаях, при определении смещения нулей футштоков, вызванных неравномерностью вертикальных их перемещений, приходится пользоваться лишь кривой колебания уровня по данному футштоку.

Методы определения величин этого смещения подробно разработаны финляндскими и шведскими учеными [3]), которые дают особые формулы для определения поправки на вертикальное перемещение нулей и приведение водомерных наблюдений к некоторому условному уровню.

Те же методы были перенесены финляндскими гидрологами и на исчисление поправки на поднятие местности для двух пунктов северного побережья Ладожского озера в печатаемых ежегодно Финляндским Океанографическим институтом водомерных наблюдениях (Merentutkimaseaitoksen Julkaisu).

Если мы обратимся к озерам, то они находятся, в отличие от морей, в отношении изучения явления неравномерности поднятия или опускания их берегов в гораздо более выгодном положении в том отношении, что уровни озер не связаны непосредственно в уровнем морей, а потому в случае равномерного поднятия или опускания всей поверхности озера средний многолетний его уровень, изменяясь в свом абсолютном высотном положении, сохраняет постоянное отношение к реперам на берегу озера.

В случае, если поверхность озера подвержена неравномерному поднятию или опусканию, постоянство положения среднего многолетнего уровня озера по отношению к реперам на берегу сохраняется лишь возле порога стока озера и на так называемой „оси равновесия“ его вод [4]). К этому вопросу мы вернемся еще ниже, здесь же я лишь укажу, что факт наличия на поверхности неравномерно поднимающегося озера определенного района с постоянным

---

[3]) Witting. R. Hafsytan, Geoidytan och Landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid Nordajön. Fennia, 1918, Bd. 39, № 9, pp. 1—346, med 2 Taf.

Witting, R. Untersuchungen zur Kenntnis der Wasserbewegungen und der Wasserumsetzung in den Finland umgebenden Meeren. 1. Finl. Hydrogr.-biolog. Untersuchungen, 1908, № 2.

Renquist, H. Wasserstandsregistrierungen in Helsingfors, 1907—1920, Merentutkimuslaitoksen Julkaisu, 1923, № 17.

Blomquist, E. und Renquist, H. Wasserstandsbeobachtungen an den Küsten Finnlands. Fennia, 1914, Bd. 37.

Bonsdorff, A. Über die Hebung der Küste Finnlands und den mittleren Wasserstand der Ostsee. Fennia, 1903—1904, Bd. 21.

Bonsdorff, A. Untersuchungen über die Hebung der Küsten Finnlands in den Jahren 1858—1887. Fennia, 1889, Bd. I, № 3, p. 1—19.

Bergsten. Channes of level on the coasts of Sweden. Geograf. Annaler. 1930 Arg. XII. Häft 1, p. 21—55.

[4]) См. Г. Ю. Верещагин. Положительное и отрицательное движение береговой линии на озере Сегозере. Труды Олонецкой Научной Экспедиции, 1926, ч. III, вып. 1, стр. 1—26.

отношением среднего многолетнего его уровня к реперу на берегу—в отличие от моря—значительно упрощает самый метод изучения неравномерности поднятия берегов. Правда, мы получаем возможность выразить лишь относительное поднятие или опускание берегов озера по отношению к нулю футштока у порога стока, что же касается абсолютного изменения уровней озер, то выяснение этого явления без специальных точных нивеллировок, вообще, невозможно, ввиду того, что оно не отражается на положении среднего многолетнего уровня озера по отношению к реперам на его берегах.

Вопрос об использовании водомерных наблюдений для характеристики явления неравномерного поднятия берегов озер сравнительно мало освещен в литературе; впрочем, если мы вспомним перечисленные ниже условия, которые необходимы для того, чтобы это явление могло наблюдаться достаточно отчетливо,—это делается понятным, потому что мало где имеются налицо необходимые для этого условия.

Мне известна попытка Sieger'a [5]) с указанной точки зрения подойти к водомерным наблюдениям озере Väner. Автор сравнивает между собою средние годовые уровни за 5 лет для двух водомерных постов в озере: Wenersborg, расположенного возле стока озера Väner, и Sjötorp, расположенного на северо-восток от него, километрах в 100 на противоположном берегу. В таблице XXVII автор приводит следующие результаты этого сопоставления:

Года	Сантиметры
1856—1860	11,4
1861—1865	11,8
1866—1870	8,7
1871—1875	9,9
1876—1880	7,9
1881—1885	8,5
1886—1889	4,8

Автор считает, однако, преждевременным использовать получившиеся уменьшения разностей средних годовых уровней для определения разностей поднятия и указывает на другие возможные причины этого явления, о которых речь будет ниже.

К сожалению, мне оказалась недоступной работа Lilienberg'a [6]), который—по указанию Sieger'a—также занимался вопросом о разностях сред-

---

[5]) Sieger, R. Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinawien. Zeitchrift d. Gesellschaft f. Erdkunde in Berlin, 1893, Bd. 23, pp. 1—185 und 393—488.

[6]) Lilienberg, V. E. Om Strömmarne Stokholm. Stockh., 1891.

них годовых уровней для постов озера Väner и определяет их для того-же периода в 5,7 *см*.

В 1913 году появилась работа Wallén'a [7]) в которой автор обработкой водомерных наблюдений для пункта Sjötorp на озере Väner путем метода наименьших квадратов приходит к заключению о понижении уровня у Sjötorp на 34 *см* в 100 лет. Приводя геологические данные о разности поднятия берегов Väner, автор пишет: „если предположить, что неравномерное поднятие поверхности происходит и теперь, то поднятие у Sjötorp должно бы быть на 38 *см* больше в каждые 100 лет, чем в Wenersborg'e. Вследствие этого должно-бы было произойти переполнение озера в западной его части, что на репере у Sjötorp должно было бы сказаться понижением уровня воды, приблизительно, на половину вышеуказанной величины, или около 19 *см* на 100 лет. Таким образом, неравномерность поднятия поверхности суши может, без сомнения, объяснить часть изменений уровней воды".

Ввиду того, что в Wenersborg'e находится сток озера Väner, нам кажется, что никакого повышения уровня вод озера произойти здесь не могло, а потому не половина величины разности поднятия пунктов у Sjötorp и Wenersborg должна отразиться на уровне Sjötorp, что имело-бы место лишь в бессточном озере, а целиком вся величина 38 *см* на 100 лет должна сказаться на положении уровня в Sjötorp, что и совпадает хорошо с найденной нивеллировкой величиной в 34 *см*. Не часть этого спада вод должна быть отнесена за счет неравномерности поднятия, а вся величина целиком.

Если на побережьи озера, подвергающегося неравномерному поднятию, расположены водомерные посты, функционирующие в течение продолжительного времени, то нули футштоков этих водомерных постов будут смещаться, повышаясь и понижаясь относительно уровня озера.

Мною уже было подробно показано прежде, что как-бы ни было расположено озеро относительно направления наибольшего поднятия, т. е. относительно направления изобаз—в случае если все озеро охвачено поднятием, есть один пункт озера, где не может наблюдаться ни положительного, ни отрицательного движения береговой линии, т. е. где уровень озера будет находиться вне влияния неравномерного поднятия берегов озера; этот пункт—место порога стока озера.

Через место выхода стока проходит ось равновесия озера, которая соединяет это место с той точкой побережья озера, через которую должна пройти проведенная через место выхода стока изобаза.

Если поднятием охвачена вся площадь, занимаемая озером, то все точки побережья озера, расположенные по сторонам от оси колебания озера, будут

---

[7]) Wallén, A. Flerariga variationer has vattenstandet i Mälaren, nederbörden i Uppasala och lufttemperaturen i Stockholm. Meddel. fran Hydrogrofiska Byrän. Stockholms. 1913, № 4, pp. 1—72.

отражать признаки неравномерности поднятия берегов. Все точки побережья, расположенные в сторону центра поднятия от оси равновесия озера, будут характеризоваться отрицательным движением береговой линии—нули футштоков в этих районах будут подыматься относительно абсолютного уровня озера, а для пунктов побережья, расположенных в противоположную от центра поднятия сторону от оси равновесия озера, будут наблюдаться явления положительного движения береговой линии—нули футштоков опускаются по отношению к многолетнему уровню озера.

На вопросе о том, как распределяется положительное и отрицательное движение береговой линии озера в зависимости от места расположения стока озера по отношению к центру поднятия, я уже подробно говорил в ином месте [8]), а потому не буду к этому вопросу возвращаться; здесь-же мы разберем лишь два дополнительных случая: случай первый—когда не все озеро охвачено поднятием, а лишь некоторая часть его, что теоретически было бы возможно как раз для такого озера, как Онежское. В этом случае во всей той части озера, которая не подвержена поднятию, явления поднятия или опускания уровня (положительного или отрицательного движения береговой линии) характеризовались-бы тем-же размером, что и на линии границы поднятия или опускания; в частности, если-бы по одну из сторон оси равновесия озера явлений поднятия уже больше не наблюдалось, то в этой стороне озера уровни озера не претерпевали-бы, вообще, никаких изменений, т. е. характеризовались-бы теми же свойствами, что и пункты, расположенные на оси равновесия озера. Если район озера, в котором не происходит ни поднятия ни опускания, расположен по обе стороны от местности, то проведение оси равновесия озера теряет смысл.

Второй случай состоит в том, когда в части поверхности, занятой озером, не только не наблюдается никакого абсолютного поднятия местности, а наоборот, происходит ее опускание. Самый факт опускания земной коры описывается рядом авторов для местностей, расположенных на границе зоны поднятия. Если опускание земной коры охватывает район, на котором расположено озеро, то все явления будут происходить точно так же, как и при неодинаковой интенсивности поднятия разных берегов озера; вся разница будет лишь в том, что вычисляемые нами величины поднятия будут иметь иное значение.

В зависимости от того, какая часть озера охвачена процессом неравномерного опускания берегов, градиенты будут иметь разный смысл: если все озеро охвачено процессом неравномерного опускания—то полученные величины будут градиентами опускания; если нулевая изобаза совпадает с осью равновесия озера, то градиенты в сторону центра поднятия будут равны абсолютным величинам поднятия, а для местностей, расположенных в противоположную

---

[8]) Верещагин, Г. Ю., op. cit. (сноска 4).

сторону,—они будут равны абсолютным величинам опускания. Если нулевая изобаза проходит по ту или другую сторону от оси равновесия, мы будем в градиентах иметь величины преувеличенные или преуменьшенные против абсолютных.

Если в месте расположения стока озера или в ином пункте его побережья, но непременно на оси равновесия вод озера, расположен водомерный пост, то данные этого поста, в котором нуль футштока не подвергается изменению от неравномерности поднятия по отношению к многолетнему уровню озера, могут служить для сравнения с другими постами, расположенными на побережьи озера. Для этого необходимо сделать лишь одно допущение: что средние годовые уровни у всех пунктов побережья озера имеют в каждом данном году одну и ту же абсолютную высоту или некоторое, постоянное для данного пункта в течение всех сравниваемых лет отличие.

На самом деле это не совсем так, и некоторые отличия в абсолютной высоте средних годовых уровней для разных пунктов побережья озер имеются, и о них мы будем говорить ниже. Эти отличия, однако, невелики и в первом приближении мы можем сказать, что средние годовые уровни на всем протяжении озера имеют одинаковую абсолютную высоту в течение данного года. Если это так, то неравномерность поднятия разных берегов озера может быть обнаружена следующим образом:

Положим, что в некоторый год t средний годовой уровень озера на всем протяжении его поверхности имеет некоторую высоту H над уровнем океана (см. рис. 1). В пункте B расположен сток озера; если высота среднего годового уровня над нулем его футштока равна h, то абсолютная высота нуля этого футштока над уровнем моря будет равна H—h.

В пунктах A и C, расположенных в частях озера, наиболее удаленных от оси равновесия вод озера, имеются футштоки. Для пункта A высота среднего годового уровня над нулем футштока равна h', а для пункта C равна h''; тогда абсолютная высота нулей футштоков в пунктах A и C будет: $H—h'$ и $H—h''$.

Положим, что прошло некоторое число лет, в течение которых произошло общее неравномерное поднятие всей местности, в которой расположено озеро. Тогда в некоторый год t' мы будем наблюдать на озере следующее:

Средний годовой уровень озера будет находиться на некоторой высоте H' над уровнем моря.

Эта высота определяется двумя переменными величинами: высотою абсолютного поднятия над уровнем моря места порога стока озера и отличием в стоянии среднего годового уровня за год t' по сравнению с годом t, которую мы обозначим через „a“ и которая может быть как с положительным, так и с отрицательным знаком.

Если мы обратимся к пункту озера B, находящемуся у порога стока, то найдем, что абсолютная высота нуля его футштока в год t' будет равна:

$H' - h + a$, где величина h равна высоте среднего годового уровня в год t над нулем футштока, a — величина, характеризующая различное стояние средних годовых уровней в разные годы и не зависящая от явления поднятия или опускания.

Высота среднего годового уровня озера для года t' над нулем футштока у порога стока (h_1) выразится следующим образом:

$$h_1 = h + a$$

т. е. эта высота не будет зависеть от поднятия или опускания местности.

Если мы теперь обратимся к пунктам A и C озера, то там условия будут совсем иные (см. рис. 1). В пункте A, где абсолютное поднятие менее интенсивно, чем в пункте B, оно может быть выражено как $H' - x$, где H' = абсолютной высоте среднего годового уровня озера, а x — разность в абсолютных величинах поднятия пунктов A и C. Тогда абсолютная высота нуля футштока в год t' выразится следующим образом:

$$H' - (h' + a + x),$$

а высота среднего годового уровня в год t' над нулем футштока (h'_1) будет равна

$$h'_1 = h' + a + x.$$

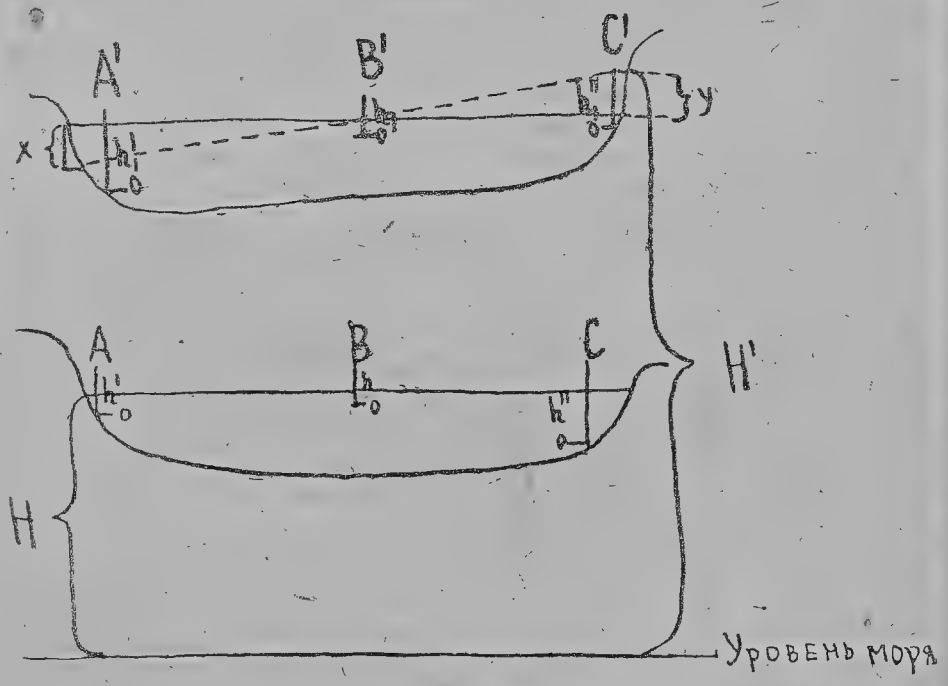

Рис. 1.

Из этой формулы мы видим, что в противуположность тому, что было для пункта у порога стока,—для пункта А в год t' высота среднего годового уровня над нулем футштока будет отличаться от года t не только на величину a—независимую от поднятия или опускания, а выражающую разное стояние средних годовых уровней озера в разные годы, но и на величину x—которая выражает собою разность в абсолютной высоте поднятия пункта А по сравнению с пунктом В, т. е. порогом стока.

Мы видим, что средние годовые уровни в местах с менее интенсивным поднятием, чем таковое у порога стока, считая от нуля футштока,—будут с годами повышаться на величину равную разности в поднятии этого пункта у порога стока.

Если взять пункт озера С, где местность повышается более интенсивно, чем в месте порога стока, то для года t' абсолютная величина поднятия может быть выражена как $H' + y$, где H'—абсолютная высота среднего годового уровня озера, а y—разность в абсолютной величине поднятия пунктов В и С.

Абсолютная высота нуля футштока в год t' выразится следующим образом:

$$H' - (h'' + a - y),$$

а высота среднего годового уровня в год t' над нулем футштока (h''_1) будет равна:

$$h''_1 = h'' + a - y.$$

Для пункта С, следовательно, мы имеем по сравнению с годом t не только отличие на величину a—связанную с отличием в стоянии средних годовых уровней в разные года, но еще величину y—разность в абсолютных величинах поднятия пункта С по сравнению с пунктом В.

Из этого мы видим, что средние годовые уровни для пунктов с более интенсивным поднятием, чем порог стока, будут с годами понижаться на величину равную разности поднятия этого пункта и порога стока.

Можно для суждения о поднятии или опускании местности сравнивать между собою средние годовые уровни в пункте С и А за годы t и t', беря их разность (в); тогда мы получим для пункта С:

$$в = h'' - (h + a - y) = h'' - h - a + y;$$

К разности высот уровней в года t и t' при этом способе вычисления кроме величины y—являющейся разностью в абсолютных величинах поднятия пунктов С и А, прибавляется еще величина—a, не связанная с явлениями поднятия и опускания и мешающая вычислению.

Для того, чтобы элиминировать влияние величины a, зависящей от причин, обуславливающих различия в высоте стояния уровней озер в разные годы, мы сравним между собою для годов t и t' разности средних годовых уровней

над нулем футштока в том пункте озера, относительную высоту поднятия которого мы определяем, и уровней у порога стока озера.

Для года t эта разность равна $c = h - h''$;

Для года t' она равна

$$c^t = h + a - (h'' + a + y) = h - h'' - y.$$

Беря разность разностей c и c^t за годы t и t', получим—

$$c - c^t = h - h'' - (h - h'' - y) = y$$

т. е. мы получаем прямо величину разности абсолютного поднятия местности в пункте C по сравнению с местностью у порога стока.

Из сказанного ясно, что на основании водомерных наблюдений теоретически вполне возможно судить о неравномерности поднятия берегов озера. Для этого достаточно определить разности средних годовых уровней для водомерного поста, расположенного возле стока озера, и постов, расположенных на других пунктах побережий озера. Если происходит неравномерное относительное поднятие разных берегов озера, то полученные разности будут с течением времени меняться в определенную сторону, причем в случае, если какой-либо пункт поднимается сильнее, чем пункт у стока озера, разности эти с годами увеличиваются; если пункт подымается менее сильно, чем пункт у стока—разности с годами уменьшаются. Для определения разностей средних годовых можно, строго говоря, кроме пункта у стока озера, взять еще любой иной пункт, находящийся на оси равновесия вод озера; однако, практически, ввиду того, что точное направление оси равновесия озера далеко не всегда бывает известно и, кроме того, ввиду того, что трудно ожидать, чтобы второй кроме стока озера водомерный пункт был-бы расположен точно на оси равновесия—практически лучше всего для определения разностей брать водомерный пост, расположенный возле стока озера.

Если бы берега озера не подвергались неравномерному поднятию, то, конечно, самым простым было-бы для определения средних годовых уровней использовать данные не одного лишь поста возле стока, но и всех других водомерных постов того-же озера, но в данном случае этого как раз делать нельзя, так как нули футштоков в разные годы будут занимать вследствие неравномерности поднятия разное положение относительно уровня озера, что равносильно тому, как если бы футштоки постов меняли свое положение.

Здесь необходимо еще остановиться на вопросе о том, насколько при указанном методе определения неравномерности поднятия берегов на результатах отразятся два явления: изменения, происходящие с порогом стока, и колебания уровня озера, зависящие от общеклиматических явлений.

Изменения в пороге стока озера могут произойти вследствие размывания пород, из которых образовано русло стока, и происходящего, благодаря этому,

углублению порога стока. Явление это, благодаря которому произойдет общее понижение уровня озера, несомненно отразится на показаниях каждого отдельного водомерного поста, в том числе и поста у порога стока, но на величинах разностей уровней водомерного поста у порога стока и постов в других пунктах побережья озера—это явление не отразится, так как оно явится для каждого отдельного года величиною одинаковой для всех постов озера. На том-же основании величины разностей уровня, на которых базируется наш метод, не будут находится под влиянием тех медленных изменений в положении уровня озер, которые вызываются изменениями климата.

Водомерные наблюдения могут дать тем более точные данные для характеристики неравномерного поднятия берегов озера, чем они больше удовлетворяют следующим условиям:

1) Водомерные наблюдения должны обнимать длительный период—не менее 25 лет.

2) Водомерные наблюдения должны относиться не к одному, а нескольким, по крайней мере двум, пунктам побережья озера, причем если озеро имеет сток, то один из пунктов должен быть расположен возле стока, а другой или другие, по возможности, на большом расстоянии от так называемой оси равновесия озера, т. е. изобазы, проходящей через место расположения стока. Если озеро не имеет поверхностного стока, то расположение водомерных пунктов должно быть в местах наибольшего и наименьшего поднятия берегов озера.

3) Самый водоем, к которому относятся водомерные наблюдения, должен быть большим; расстояние между сравниваемыми пунктами водомерных наблюдений в направлении перпендикулярном оси равновесия вод озера должно быть не менее 25 *км.*

Обратимся теперь к непосредственной нашей задаче—анализу материалов по уровню Онежского озера с точки зрения вопроса о неравномерности поднятия его берегов.

Онежское озеро вполне удовлетворяет все трем условиям, которые мы выше выдвинули как необходимые для выводов с интересующей нас точки зрения.

Мы располагаем почти непрерывной серией водомерных наблюдений за срок в 45 лет, т. е. с 1885 по 1929 годы; эти водомерные наблюдения произведены на 6 постах, расположенных на различных пунктах побережья озера (Вознесенье, Петрозаводск, Повенец, Бесов Нос, Устье Вытегры и Черные Пески).

Особенно ценно то, что имеется пост возле стока и на крайних точках его побережья (Повенец и Устье Вытегры). Наконец, по размерам своим Онежское озеро занимает второе после Ладожского место в Европе и, несомненно, хотя-бы северной частью своей находится в районе, охваченном поднятием Фенноскандии.

Исходным материалом, который послужил мне для выводов настоящей работы, послужили водомерные наблюдения, частично опубликованные в „Сведениях об уровне воды“, частично взятые из подлинных водомерных ведомостей.

Я пользовался уже вычисленными и обработанными материалами по средним годовым уровням для каждого поста. При обработке, произведдинной мною в 1924 году, я опирался на данные, опубликованные в работе С. А. Советова [9]) за период с 1886 по 1910 год. При окончательной-же обработке материалов в 1930 году мне были любезно предоставлены вновь перечисленные и проверенные Е. В. Бергом данные за период с 1885 по 1929 год, который производил эту работу по поручению Онежской экспедиции Гос. Гидрологического института; оказалось, что по всем почти постам эти данные значительно отличаются от тех, которые приводятся в работе С. А. Советова. Отличаются не только потому, что приняты иные нули графика, но и относительные изменения средних годовых уровней от года к году. Эти отличия от данных С. А. Советова доходят до 10 и более *см*, не обнаруживая никакой правильности. Я беру за основу своих вычислений данные, полученные от Е. В. Берга, как тщательно проверенные и вычисленные по первоисточникам, и отсылаю к его будущей статье за указаниями о возможных причинах указанного расхождения данных. На таблице I приводится этот исходный материал.

Прежде всего, по поводу исходных материалов следует, на основании любезно предоставленной мне Е. В. Бергом на просмотр рукописи его работы, заметить, что сопоставление нивеллировок, произведенных на посту в Повенце в 1918, 1921, 1923 и 1930 годах, привели автора к выводу, что головка сваи, по которой производились водомерные наблюдения в Повенце, по всей вероятности, благодаря вымораживанию сваи, постепенно повышалась, причем за период с 1885 по 1930 год это поднятие равно 0,77 *м*. В связи с этим данные водомерных наблюдений в Повенце отражают одновременно два явления: поднятие головки сваи и изменение в высоте местности. Ввиду того, что расчленить эти два явления более или менее точно в настоящее время не представляется возможным,—мы, к сожалению, не смогли воспользоваться данными Повенецкого поста для заключений о неравномерности поднятия местности. Тем не менее, мы используем данные этого поста для сравнения с данными всех других постов и указываем на все особенности в изменени нуля Повенецкого футштока, только причину этих изменений не можем приписывать исключительно явлению поднятия.

Прежде всего, рассмотрим каков был общий ход колебания уровня Онежского озера за изучаемый период с 1885 по 1929 год. Для этих целей мы воспользуемся водомерным постом в Вознесеньи, как расположенным возле стока Онежского озера, который в силу всего вышесказанного сохраняет постоянное отношение нуля своего футштока к уровню озера. С этой точки зрения нам кажется неудачным выбор, сделанный Л. С. Бергом [10]), который

---

[9]) С. А. Советов. Онежское озеро. Опыт физико-географической монографии. Пгр., 1917, стр. 1—164.

[10]) Л. С. Берг. Современное состояние уровня крупных озер СССР. Труды 2-го Всесоюз. Гидролог. Съезда, Лгр., 1929, часть II, стр. 217—249.

Таблица I.

Средние годовые уровней водомерных постов Онежского озера.

В *см* над нулями футштоков (по Е. В. Бергу).

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1885	+38,6	+33,1	+28,9	+40,7	—9,8	2,4
86	+41,0	+37,2	+32.3	+40,5	—3,8	6,7
87	+37,8	+34,9	+30,3	+37,2	—7,5	2,9
88	+80,3	+77,5	+70,5	+80,5	+37,4	46,5
89	+81,8	+79,5	+73,6	+82,4	+39,6	47,8
1890	+39,4	+36,5	+31,9	+39,5	—3,8	4,9
91	+11,0	+ 8,0	—0,1	+10,8	—30,3	—21,7
92	+25.7	+25,9	+ 4,2	+28,4	—13,3	— 5,2
93	+41,2	+42,0	+19,1	+44,9	2,7	10,6
94	+46,6	+45,2	+20,3	+42,6	6,7	15,0
1895	+49,4	+48.3	+24.2	+42,9	8,9	17,1
96	+59,9	+57,4	+31,9	+52,7	19,0	28,3
97	+27.6	+27,8	—1,3	+29,5	—11,3	—2,9
98	+18,8	+23,0	—12,2	+26,1	—16,4	—8,0
99	+76,6	+77,3	+38,9	+78,0	36,9	47,0
1900	+66,6	+67,5	+30,7	+70,4	28,6	36,3
01	+40,8	+41,3	+3,8	+42,9	1,8	10,3
02	+38,6	+38,5	—0,3	+39,9	—1,3	9,1
03	+98,2	+97,4	+54,0	+98,7	55,8	67,1
04	+106,0	+101,3	+56,5	+102,3	66,9	72,6
1905	+93,7	+91,4	+46,7	+93,1	54,3	61,9
06	+66,5	+67,2	+22,8	+69,5	31,4	37,4
07	+36,8	+37,0	—5,8	+38,7	1,5	6,4
08	+27,2	+27,8	—10,3	+29,3	—5,5	—2,0
09	+40,0	+40,6	+1,2	+42.0	4,8	10,7
1910	+46,1	+46,9	+5,7	+47,6	12,6	17,6
11	+46,8	+47,3	+10,1	+48,0	11,8	17,8
12	+65,7	+67,0	+23,6	+68,1	30,4	36,5
13	+36,2	+36,4	—5,5	+34,6	1,5	6,8
14	+11,5	+16,2	—26,3	+19,3	—19,0	—12,9
1915	+19,5	+24,2	—26,8	+27,4	—11,3	—4,9
16	+38.1	+39,1	—11,2	+42,5	2,7	9,0
17	+50,7	+52,1	+3,1	+54,9	16,7	23,3
18	+54,6	+55,9	+5,0	+57,6	20,2	27,7
19	+34,0	+35,5	+—	+37,1	—0,7	4,4

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1920	20,5	21,4	—	26,2	—12,9	— 7,8
21	7,9	9,2	—50,7	11,4	—23,5	—20,6
22	34,9	39,0	—23,6	41,7	5,2	8,4
23	65,3	64,6	— 6,7	70,1	32,1	35,9
24	98,8	96,7	37,1	99,8	65,1	66,0
1925	42,0	38,6	—20,5	42,6	7,4	12,1
26	42,9	38,6	—27,0	43,1	8,1	10,6
27	46,2	42,9	—31,5	47,0	9,8	11,2
28	39,3	37,0	—43,9	39,5	3,4	6,4
29	84,4	84,7	2,2	88,8	51,4	53,7

остановился на Петрозаводском посту для суждения о вековых колебаниях уровня Онежского озера.

Из построенного для Вознесения графика колебания средних годовых его уровней (см. график I) мы, прежде всего, видим, что колебания уровня обнаруживают, вопреки мнению С. А. Советова [11]), правильное чередование годов с высокими и с низкими стояниями уровней. имеющее период в 6 лет; максимальные уровни приходятся на 1888, 1894, 1899, 1905, 1912, 1918, 1924 и 1929 годы.

Колебания уровня обнаруживают, повидимому, существование еще и иного периода, с бо́льшим числом лет; особенно ясно выражен этот период, если взять средние уровни за каждые пять лет для Вознесенья (см. табл. II и график I).

Эти средние указывают на то, что 1901—1905 года характеризуются сильным повышением уровня, а 1890—1895 и 1910—1919 года—понижением средних годовых уровней озера.

Указываемый максимум отмечается для Онежского озера и Л. С. Бергом; что же касается минимумов, то второй минимум тоже указывается названным автором, а первый, хотя и не указывется, но совершенно ясно намечается по материалам, бывшим в распоряжении Л. С. Берга [12]). Повидимому, мы имеем здесь дело с Брюкнеровским периодом в 35 лет, и если это так, то в ближайшие годы мы можем ожидать начала периода понижения уровней Онежского озера, и этот период займет свыше 10 лет. Каких-либо изменений уровня, которые говорили-бы за углубление русла порога стока, повидимому, не наблюдается.

Мы не намерены ближе рассматривать здесь изменения в колебании уровней Онежского озера и ограничимся лишь указанием на вышеуказанные особенности.

---

[11]) С. А. Советов, op. cit. (сноска 9), стр. 128.

[12]) Л. С. Берг, op. cit. (сноска 11), стр. 243—245.

Таблица II.

Средние годовые уровни Онежского озера по пятилетиям

(в *см* от нулей футштоков).

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1885—89	55,9	52,1	47,1	56,3	11,2	21,3
90—94	32,8	31,5	15,1	33,2	7,6	0,7
95—99	46,5	46,8	16,3	45,8	7,4	16,3
1900—04	70,0	69,2	28,9	69,4	30,2	30,9
05—09	52,8	52,8	10,9	54,5	17,3	22,9
10—14	41,3	42,8	0,1	43,5	7,5	13,2
15—19	39,4	41,1	— 7,3	43,9	5,5	11,9
20—24	45,5	46,2	— 7,8	49,8	13,2	16,4
25—29	51,0	48,6	—24,1	52,2	16,9	18,8

Мы видели выше, что для использования средних годовых уровней разных постов побережья озера нужно сравнивать разности этих величин с таковыми для поста у порога стока. В частности, для Онежского озера необходимо брать разность средних годовых уровней Вознесенья и всех других постов озера за каждый из 45 лет наблюдений. На таблице III приводятся все эти разности. Средние разностей за каждые пять лет даны на таблице IV. Графически для двух постов данные таблиц III и IV изображены на графике II.

Из рассмотрения данных этих таблиц и графиков, следует, что для Повенца мы имеем ясно выраженную картину постепенного увеличения разностей средних годовых уровней, указывающую на относительное и весьма значительное поднятие нуля футштока в Повенце по сравнению с нулем футштока в Вознесенье.

Для Усть-Вытегры, Черных Песков, Петрозаводска и Бесова Носа мы наблюдаем обратное явление: разности их средних годовых уровней с уровнем у Вознесенья постепенно с годами все уменьшается; это уменьшение по своей интенсивности, правда, гораздо слабее, чем увеличение разностей в Повенце, но все же определенно выражено. Более всего уменьшаются величины разностей, т. е. происходит понижение нуля футштока в Усть-Вытегре, значительно меньше выражено явление в Черных Песках, далее в Петрозаводске и, наконец, меньше всего у Бесова Носа.

Для всех этих пунктов, кроме Бесова Носа, характерна одна особенность: начиная с 1920 года, имевшее место уменьшение в величинах разностей Вознесенья и этих постов сменяется частичным увеличением этих разностей. Об этом явлении, однако, мы поговорим еще ниже.

Национальная библиотека Республики Карелия

255080 1183833 кр.

Таблица III.

Разности средних годовых уровней между Вознесеньем и другими постами Онежского озера.

Годы	Вознесенье—				
	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885	+5,5	+9,7	—2,1	+48,4	+36,2
86	+4,8	+8,7	+0,5	+44,8	+34,3
87	+2,9	+7,8	+0,6	+45,3	+34,9
88	+2,8	+9,8	—0,2	+42,9	+33,8
89	+2,3	+8,2	—0,6	+42,2	+34,0
1890	+2,9	+7,5	—0,1	+43,2	+34,5
91	+3,0	+11,1	+0,2	+41,3	+32,7
92	+4,2	+21,5	—2,7	+39,0	+30,9
93	—0,8	+22,1	—3,7	+38,5	+30,6
94	+1,4	+26,3	+4,0	+69,6	+31,6
1895	+1,1	+25,2	+6,5	+40,5	+32,3
96	+2,5	+28,0	+7,2	+40,9	+31,6
97	—0,2	+28,9	—1,9	+38,9	+30,5
98	—4,2	+31,0	—7,3	+35,2	+26,8
99	—0,7	+37,7	—1,4	+39,7	+29,6
1900	—0,9	+35,9	—3,8	+38,0	+30,3
01	—0,5	+37,0	—2,1	+39,0	+30,5
02	—0,1	+38,9	—1,3	+39,9	+29,5
03	+0,8	+44,2	—0,5	+42,4	+31,1
04	+4,7	+49,5	+3,7	+39,1	+33,4
1905	+2,3	+47,0	+0,6	+39,4	+31,8
06	—0,7	+43,7	—3,0	+35,1	+29,1
07	—0,2	+42,6	—1,9	+35,3	+30,4
08	—0,6	+37,5	—2,1	+32,7	+29,2
09	—0,6	+38,8	—2,0	+35,2	+29,3
1910	—0,8	+40,4	—1,5	+33,5	+28,5
11	—0,5	+36,7	—1,2	+35,0	+29,0
12	—1,3	+42,1	—2,4	+35,3	+29,2
13	—0,2	+41,7	+1,6	+34,7	+29,4
14	—4,7	+37,3	—7,8	+30,5	+24,4
1915	—4,7	+46,3	—7,9	+30,8	+24,4
16	—1,0	+49,3	—4,4	+35,4	+29,1
17	—1,4	+47,6	—4,2	+34,0	+27,4
18	—1,3	+49,6	—3,0	+34,4	+26,9
19	—1,5	+ —	—3,1	+34,7	+29,6

Годы	Вознесенье—				
	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1920	—0,9	+ —	—5,7	+33,4	+28,3
21	—1,3	+58,6	—3,5	+31,4	+28,5
22	—4,1	+58,5	—6,8	+29,7	+26,5
23	+0,7	+58,7	—4,8	+33,2	+29,4
24	+2,1	+61,7	—1,6	+33,7	+32,8
1925	+3,4	+62,5	—0.6	+34,6	+29,9
26	+4,3	+69,9	—0,2	+34,8	+32,3
27	+3,3	+77,7	—0.8	+36,4	+35,0
28	+2,3	+83,2	—0,2	+35,9	+32,9
29	—0,3	+82,2	—4,4	+33,0	+30,7

Таблица IV.

Средние по пятилетиям величины разностей годовых уровней между Вознесеньем и иными постами Онежского озера.

Годы	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885—89	+3,7	+ 8,8	—0,4	+44,7	+34,6
90—94	+1,3	+17,7	—0,4	+40,4	+32,1
95—99	—0,3	+30,2	+0,6	+39,0	+30,2
1900—04	+0,8	+41,1	—0,8	+39,7	+39,1
05—09	+0,0	+41,9	—1,5	+35,5	+29,9
10—14	—1,5	+39,6	—2,3	+33,8	+28,1
15—19	—2,0	+48,2	—4,5	+33,9	+27,5
20—24	—0,7	+59,5	—4,3	+32,3	+29,1
25—29	+2,6	+75,1	—0,2	+35.0	+32,2

Эти цифры показывают, что во всех перечисленных пунктах нули футштоков в общем смещаются менее интенсивно, чем у Вознесенья.

Полученные разности уровней для Повенца очень близки к тем величинам, которые получены Е. В. Бергом для смещения головки сваи (0,77 *м* за 45 лет), а потому возможно, что разность уровней, зависящая от неравномерности поднятия, весьма незначительна. В таком случае ось равновесия вод озера пришлось-бы провести от истока Свири прямо на север,—и она проходила-бы вблизи Повенца. Вопрос этот, однако, ввиду указанных выше неясностей с уровнем Повенецкого поста, нужно считать нуждающимся в проверке.

Все посты, расположенные на юго-восток от оси равновесия вод озера, будут характеризоваться понижением нулей футштоков, а на северо-запад— повышением нулей футштоков во времени. Исключение составит лишь Петрозаводск, который характеризуется, вообще, неравномерным изменением величин разностей своего уровня с уровнем в Вознесеньи и все-таки имеет несомненную тенденцию к уменьшению значений этих величин, т. е. к понижению нуля футштока в Петрозаводске. Это обстоятельство либо указывает на значительный изгиб в направлении изобаз, при котором изобаза, проходящая южнее Вознесенья, снова подымается на север к Петрозаводску, либо это обстоятельство указывает на то, что уровни в Петрозаводском заливе подвержены каким-нибудь местным изменениям.

Вышеприведенные данные указывают совершенно определенно на факт существования неравномерного изменения в высоте берегов Онежского озера, причем изменением охвачено все побережье озера. В противном случае, если бы в юго-восточных частях озера изменение не имело место, разность средних годовых уровней не увеличивалась-бы по мере удаления от оси равновесия озера к юго-востоку, а оставалась бы постоянной.

Из сказанного нами выше о случае, при котором в части поверхности озера имеет место опускание местности, ясно, что мы не в состоянии определить, насколько указанные нами неравномерные колебания берегов Онежского озера обусловлены целиком поднятием или, в южных частях озера, так же частичным опусканием местности.

К определению приблизительного места прохождения по озеру нулевой изобазы мы можем, однако, подойти еще с другой стороны.

Олонецкой научной экспедицией было установлено [13]), что поднятие Повенца со времени после Иольдиевого моря равно 70 *м* над современным уровнем моря. К этой величине нужно еще прибавить высоту, на которую, согласно работам Ramsay'a и Sauramo [14]), поднялся уровень океана со времени Иольдиевого моря, т. е. 80 *м*; значит, всего Повенец поднялся на 70 + 80 *м*, т. е. на 150 *м*.

В работе Е. Н. Дьяконовой-Савельевой установлено, что градиент поднятия в районе равен 10 *м* на каждые 10 *км*. Сделав допущение, что градиент этот остается одинаковым и на юго-восток от Повенца, мы можем легко определить, что нулевая изобаза пройдет в 150 *км* на юго-восток от изобазы Повенца, т. е. к югу от оси равновесия озера и, таким образом, по этому расчету все озеро охвачено поднятием. Конечно, проведение нулевой изобазы указанным выше способом является лишь очень приближенным, и весьма вероятно, что к периферии поднятие совершается более мед-

---

[13]) Е. П. Дьяконова-Савельева и Б. Ф. Земляков, op. cit. (сноска 1).

[14]) Sauramo, M. Ueber die Spätglazialen Niveauverschiebungen in Nordkarelien u. Finnland. Bull. Com. Géol. Finlande, 1928, № 80, p. 1—41.

ленно, а потому нулевая изобаза проходит еще дальше на юго-восток, за пределами Онежского озера.

Если это так, то все констатированные нами явления неравномерности колебания берегов Онежского озера должны быть отнесены за счет неравномерности поднятия; в противном-же случае, т. е. в случае прохождения нулевой изобазы по поверхности озера, — часть явлений в юго-восточной части озера должна быть отнесена за счет понижения берегов этой части озера.

К вопросу о месте прохождения нулевой изобазы нам придется вернуться еще ниже, здесь же я ограничусь указанием на то, что не вижу в настоящее время возможности, пользуясь лишь водомерными наблюдениями, решить вопрос о месте прохождения нулевой изобазы. Для решения этого вопроса, несомненно, нужны дополнительные геологические наблюдения, особенно в долине Свири и в окружающих районах, и точные нивеллировки, которые могли бы быть сравнены с прежними нивеллировками. Правда, Tanner [15]) в только что вышедшей работе проводит изобазы таким образом, что они охватывают все Онежское озеро и, таким образом, совпадают с нашими предположениями; однако, при проведении этих изобаз он, несомненно, основывался лишь на вышеприведенных данных нашей экспедиции, а потому и его изобазы носят провизорный характер.

Несмотря на то, что Онежское озеро является хорошим объектом для изучения влияния неравномерного изменения высоты его берегов на уровни озер—при единственной обработке уровней озера, произведенной С. А. Советовым [16]), это явление принято во внимание вовсе не было. Названный автор, однако, вплотную подходит к этому вопросу, указывая на тот факт, что уровни озера у Повенца значительно расходятся с данными по другим участкам берега озера. График 13, помещенный автором на стр. 113, совершенно ясно показывает, что средний годовой уровень воды в Повенце, по сравнению с уровнем в Вознесеньи, систематически и равномерно понижается, т. е. что нуль футштока в Повенце систематически повышается.

Благодаря тому, что С. А. Советовым не принято было во внимание явление изменения положения нулей футштоков на разных пунктах побережий озера, им допущена ошибка при вычислении высот уровня озера для разных частей побережья. Это сделается особенно ясным из следующего рассуждения.

Положим, что в момент времени t была произведена нивеллировка, которой установлено, что нуль футштока какого-либо пункта находится на высоте h над уровнем нуля футштока порога стока озера. Амплитуда колебаний уровня озера в разные года равна в этом пункте a, средний же многолетний

---

[15]) Tanner, V. Studier över kvartäroystemet i Fennoskandsens nordliga delar. IV. Om niväförändringarna och grunddragen avden geografiska utvecklingen efter i Yshavsfinland samt om homotaxin af Fennoskandias kvartöra marina avlagringar. Fennia. 1930, Bd. 53, p. 1—589.

[16]) С. А. Советов, op. cit. (см. сноску 9).

уровень находится в положении M; тогда высота среднего многолетнего уровня озера над уровнем моря получится: (см. рис. 2).

$$H = h + h_2 + h_3$$

Предположим теперь, что в течение времени t′ произошло относительное поднятие берега, на котором находится футшток, на высоту X, так что нуль футштока стал на высоте h′ над высотою нуля футштока порога стока озера; тогда:

$$h' = h + x$$

высота среднего многолетнего уровня озера над уровнем моря (H′) равна будет

$$H' = h' + h'_2 + h'_3 \quad \text{или:}$$

$$H' = h + h'_2 + h'_3 + x;$$

амплитуда средних годовых уровней a остается той-же, что и в момент t.

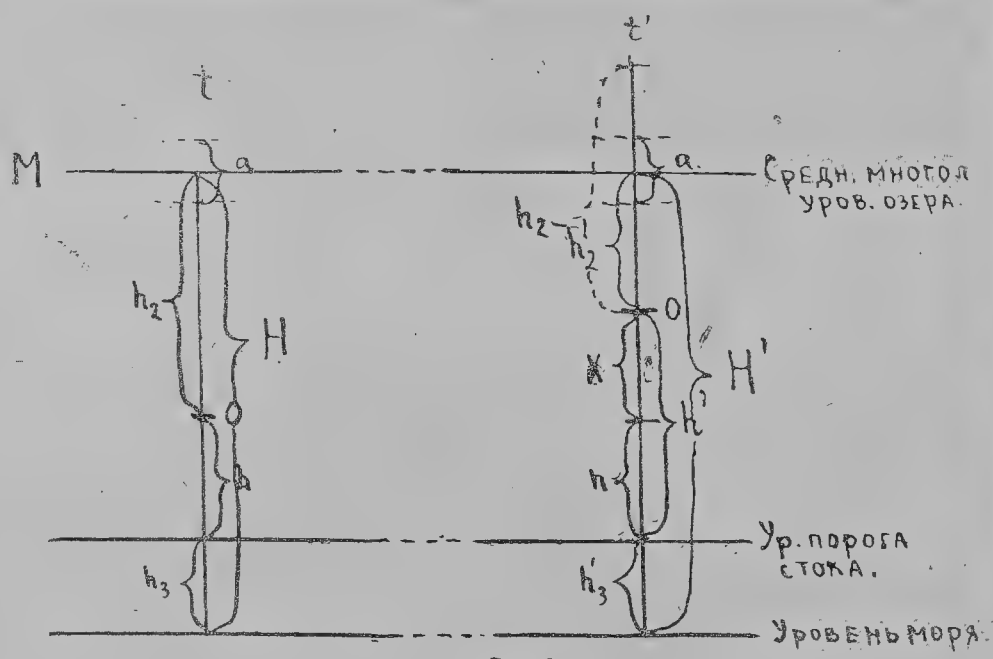

Рис. 2.

Отсюда понятно, что если, как это делает С. А. Советов, игнорировать поднятие нуля футштока и допустить делаемую им предпосылку о том, что средний многолетний уровень находится всегда на одном и том же расстоянии от нуля футштока, то в момент t′ или, что все равно, за период времени, прошедший между t и t′, получится, что уровень этот будет выше,

чем в тех участках озера, где не происходит относительного изменения в положении нуля футштока.

Причина отмеченного С. А. Советовым факта, что по его вычислениям средний многолетний уровень Онежского озера в Повенце оказался на 34 *см* выше среднего многолетнего уровня в других частях озера, заключается в смещении нулей футштоков в этом пункте.

Если вычислить нашим методом на основании величин средних годовых уровней для Вознесенья и Повенца величину поднятия нуля футштока в Повенце за период с 1886 по 1910 год, т. е. за период, для которого делает свои заключения С. А. Советов, то получается величина в 31,7 *см*, т. е. близкая к той, которая получается при вычислениях С. А. Советова и которую он объясняет ошибкой, происшедшей при нивеллировке нулей футштоков.

К сожалению, мне не удалось установить времени, когда была произведена нивеллировка постов Вознесения и Повенца, в работе же С. А. Советова это время не указано, а потому подойти более точно к использованию произведенной нивеллировки для выяснения величины происшедших после нее изменений нулей футштоков оказалось невозможным.

Установив в общих чертах факт неравномерного поднятия различных участков берега Онежского озера, мы перейдем теперь к более подробному рассмотрению вопроса о числовых величинах, характеризующих это поднятие.

При наших вычислениях величин поднятия путем определения разностей средних годовых уровней, мы исходили из допущения, что этот средний годовой уровень для каждого отдельного года для всей поверхности озера является одинаковым; иначе говоря, что для всего протяжения озера средний годовой его уровень лежит на одинаковой высоте.

Сделаем еще второе допущение,—что поднятие местности совершается на всем протяжении озера так, что каждый последующий год каждый пункт поднимается на такую-же абсолютную величину, что и в предыдущий год.

При этих двух допущениях разности между средними годовыми уровнями водомерных постов разных пунктов и средним годовым уровнем в Вознесеньи должны были бы отличаться друг от друга в разные годы на некоторую постоянную величину, и графическое изображение величин этих разностей должно было-бы выразиться в виде прямой линии, направленной под некоторым постоянным углом к горизонтали.

Из таблицы II и графика II, однако, ясно, что это далеко не так:

1) разность средних годовых за каждый отдельный год значительно и неправильно меняется: то увеличивается, то уменьшается;

2) общее направление изменения разностей средних годовых уровней выражается не в виде прямой линии, а в виде ломанной линии, имеющей на некотором участке времени—от 1905 до 1915 года—почти горизонтальное направление.

Причина неравномерности наростания разностей средних годовых уровней может, как это ясно из предыдущего, зависеть от двух причин: либо от того, что

средний годовой уровень озера не является на всем его протяжении расположенным на одинаковой высоте над уровнем моря, либо от неравномерности самого поднятия. Третью, теоретически возможную причину—смещение нулей футштоков вследствие смещения реек или иных причин, мы откидываем, так как для нашего случая Онежского озера, эта причина, как показывает тщательная сверка всех материалов, произведенная под руководством Е. В. Берга, не имеет места кроме Повенца, как об этом сказано выше.

Рассмотрим теперь порознь первые две причины.

Обратимся, прежде всего, к вопросу о степени равномерности во времени самого процесса поднятия.

Как известно, мнение о том, что поднятие Фенноскандии совершается неравномерно, скачками, чередующимися с кратковременными понижениями, уже было высказано в литературе. О нем писал Witting [17]), его же придерживается и С. А. Яковлев [18]). Особый интерес представляет для нас вопрос о так называемом „дрожании поверхности земли", ввиду того, что это мнение обосновывается как раз анализом водомерных наблюдений, произведенных на побережьях Балтийского моря и Финского залива.

Дрожание земли определяется на основании изменения величин средних годовых уровней для разных пунктов морского побережья. „Так как у нас нет данных", пишет Яковлев [18]), „для того, чтобы считать, что метеорологические условия сколько-нибудь изменились с 1841 года, то наблюдаемые колебания средних годовых уровней моря у Кронштадта можно отнести за счет, главным образом, колебаний земной коры; графики изображают таковые, выведенные из изменений средних годовых уровней моря у Кронштадта по отношению нуля футштока".

Правда, автор считает необходимым ввести в данные колебания средних годовых уровней моря поправки на давление и ветер; также поступили еще раньше и Bonsdorff [19]) и Фусс [20]). Этими поправками авторы считают исчерпанным устранение всех тех факторов, которые влияют на изменение средних годовых уровней, кроме фактора колебания земной коры.

Поправки, вводимые Witting'ом, более сложного характера, однако, кривые изменения средних годовых уровней, им полученные, очень близки к тем, с которыми оперирует и С. А. Яковлев.

Мы остановимся теперь ближе на колебаниях уровня Финского залива у Кронштадта, как на примере, иллюстрирующем по мнению С. А. Яковлева

---

[17]) Witting. Hafsytan. Geoidytan och Landhöjningen utmed Baltiska hafvet och vid; Nordsjön. Fennia, 1918, Bd, 39, № 5, pp. 1—346, med. 2 Taf.

[18]) Яковлев, С. А. Наносы и рельефы гор. Ленинграда и его окрестностей. Изд. Научн.-Мелиорац. Инстит., Лгр., 1926, части I и II.

[19]) Bonsdorff A. Untersuchungen über die Hebung der Küste Finlands in den Jahren 1858—1887. Fennia, 1889, Bd. I, № 3, p. 1—19.

[20]) Фусс, В. Средний уровень моря у Кронштадта. Записки по Гидрографии, 1911, том 33, стр. 322—339.

Таблица V.

Средних годовых уровней Финского залива по Кронштадскому футштоку.

(в *см* над 0 футштока).

Годы	Средн. годов. уровни		Годы	Средн. годов. уровни		Годы	Средн. годов. уровни	
	Без поправок	С поправками		Без поправок	С поправками		Без поправок	С поправками
1885	— 6,00	—7,00	1900	— 1,25	— 0,75	1915	— 7,75	—5,43
86	— ,300	—6,25	01	— 5,75	— 4,25	16	— 5,50	—5,04
87	+ 3,00	—1,25	02	+ 0,25	0,00	17	— 1,28	—0,53
88	— 3,50	—5,00	03	+15,75	+13,20	18	— 1,43	+5,00
89	— 7,00	—3,25	04	+ 3,00	+ 3,74	19	— 5,50	—6,13
1890	— 2,75	—0,75	1905	+ 7,25	+ 4,75	1920	+ 4,00	+8,88
91	—10,25	—8,75	06	+ 4,25	+ 9,75	21	+10,00	—7.29
92	— 5,00	—4,50	07	— 0,50	+ 4,75	22	—	—
93	+ 3,50	+1,25	08	— 8,25	— 3,75	23	+ 5,25	+4,13
94	— 1,08	0,00	09	— 0,75	— 0,75			
1895	— 2,75	0,00	1910	— 5,75	— 2,25			
96	— 7,50	—2,00	11	+ 2,25	+ 1,00			
97	— 6,50	+0,75	12	— 1,00	— 6,83			
98	+ 4,06	+7,50	13	+ 5,75	— 5,10			
99	+10,00	+9,25	14	+ 2,00	— 0,68			

Таблица VI.

Средних за 5 лет уровнией Финского залива по Кронштадскому футштоку.

(в *см.* над 0 футштока).

Годы	Средние уровни		Годы	Средние уровни	
	Без поправок	С поправками		Без поправок	С поправками
1885—89	—3,30	—4,55	1905—09	+2,10	+0,4
90—94	—3,08	—2,55	10—14	—2,50	+0,65
95—99	—0,55	+3,10	15—19	—2,73	—4,29
1900—04	+2,4	+2,35	20—23	+5,07	+4,81

колебания земной коры, и в то-же время как на пункте морского побережья, ближе всего расположенном к Онежскому озеру. Мы заимствуем данные средних годовых уровней у Кронштадта за период с 1885 по 1910 год у Фусса [20]), а с 1911 по 1923 год у С. А. Яковлева [18]).

Ввиду того, что в величины средних годовых уровней Онежского озера, по указанным ниже причинам, мы не могли ввести поправки на ветер и давление, приходится для сравнения с наблюдениями Финского залива здесь брать данные о средних годовых уровнях без соответствующих поправок. Величины эти даны в табл. V и графике III. Там же приводятся и величины с поправками.

Для того, чтобы решить, являются ли приводимые колебания средних годовых уровней у Кронштадта выражением колебания земной коры, как полагает ряд авторов, или причина этих колебаний иная, мною на тот-же график нанесены данные колебания среднего уровня Онежского озера по наблюдениям у Вознесенья. На табл. VI и графике IV даны аналогичные кривые колебания средних годовых уровней Финского залива у Кронштадта и Онежского озера у Вознесения—по средним, вычисленным по пятилетиям.

Из обоих графиков мы видим, что колебания уровня у Вознесенья и у Кроштадта протекают, в общем, аналогично, а на некоторых участках времени с поразительной точностью обе кривые следуют друг за другом. Различны лишь масштабы этих колебаний; в Кронштадте они, примерно, в 5 раз меньше, чем в Вознесеньи.

Аналогичный ход колебания уровней в Онежском озере и у Кронштадта был отмечен в свое время еще С. А. Советовым, [21]) хотя самая кривая колебания уровня Финского залива у Кронштадта, приводимая С. А. Советовым (чертеж 14, на стр. 114), довольно сильно отличается от кривой, приводимой нами на основании данных Фусса и Яковлева. Кроме того, С. А. Советов не отмечает никакого значения этого факта.

Из сказанного выше о характере колебания уровня в пункте возле порога стока озер вообще и, в частности, возле стока из Онежского озера в Вознесеньи ясно, что колебания земной коры на характер изменения средних годовых уровней за разные годы влияния иметь не могут. Характер изменений средних годовых уровней за разные годы в Вознесеньи зависит от тех сложных причин, от которых вообще зависит колебание среднего уровня озер. Сюда относятся, в первую очередь, колебания в количестве осадков, выпавших за разные годы в бассейне озера, различия в испарении с поверхности воды, температуры воздуха и т. д. От периодичности в изменении этих климатических причин зависит и периодичность в колебании средних годовых уровней озер вообще.

Близкое совпадение характера колебания уровня Финского залива у Кронштадта с характером колебания Онежского озера у Вознесенья говорит за то,

---

[21]) Советов, С. А., l. c. (см. сноску 9).

что и в случае Финского залива изменение средних годовых уровней вызваны теми-же причинами, что и в Онежском озере. Это весьма важное заключение приводит нас к рассмотрению общего вопроса о колебании уровней Балтийского моря.

В противуположность уровню океана, уровень Балтийского моря, далеко врезавшегося вглубь континента и сток из которого значительно затруднен узкими проливами, имеет ясно выраженный годовой ход колебаний уровня.

На этом останавливаются Фусс [22]), Blomquist и Renquist [23]), говорит об этом Рудовиц [24]), упоминает и Советов [21]).

Интересно, что по мнению Рудовица, как амплитуда годового хода уровня Балтийского моря, так и срок наступления максимальных уровней, определенным образом локализованы: наибольшие амплитуды и наиболее ранние сроки (август) максимумов уровней приурочены к северным и восточным, т. е. наиболее удаленным от соединения с океаном частям Балтийского моря, тогда как возле проливов годовой ход менее резко выражен и наибольшая высота уровня бывает лишь в октябре. Правда, что сезонный ход уровня наблюдается также, хотя и еще менее резко выраженный, на голландском побережьи Немецкого (Северного) моря. Для правильной оценки этого факта, следует, однако, иметь в виду, что на побережьи Атлантического океана такого годового хода уровня не наблюдается, а потому факт его существования в Немецком море следует рассматривать, как результат влияния Балтийского моря и Рейна. Причину твердо установленного факта наличия годового хода колебания уровня в Балтийском море следует видеть в годовом ходе гидрометеорологических условий водосборного бассейна этого моря, т. е. в том же явлении, которым обуславливается сезонный ход колебания уровня во всех континентальных водоемах. К этому же заключению приходит и Рудовиц путем непосредственного сравнения колебания уровней с ходом гидрометеорологических факторов. Он формулирует эту зависимость следующим образом: „Распределение давления воздуха, осадков, ветров, температуры воды и течений в продолжении года вызывает весною низкое стояние уровня и эти же факторы в конце лета и зимою способствуют высокому стоянию воды“ [25]).

Связь колебания уровня Балтийского моря с ходом гидрометеорологических факторов возможна лишь вследствие того, что проливы, соединяющие море с океаном, узки и, кроме того, несомненно, требуется некоторое время для выравнивания уровней. Это последнее обстоятельство, несомненно, является главною причиною, обусловливающею различие в ходе сезонных колебаний уровня в разных пунктах Балтийского моря; оно же, по всей вероятности,

---

[22]) Фусс, В. op. cit. (см. сноску 26).

[23]) Blomquist u. Renquist. Wasserstandsbeobachtungen an den Küsten Finnlands. Fennia, 1914, Bd 37.

[24]) Рудовиц, Л. Ф. О колебаниях уровня Балтийского моря. Записки по Гидрографии. 1917; т. 41, вып. 2/3, стр. 155—230; вып. 4/5, стр. 383—430; вып. 6, стр. 619—698.

[25]) Л. Ф. Рудовиц, op. cit. (см. сноску 24), стр. 698.

вызвало и изменения в сезонном ходе колебания уровня в Немецком море у берегов Голландии.

Если это так в отношении к сезонному ходу, то это несомненно так и по отношению к изменениям средних годовых уровней от года к году, которые вызываются отличием гидрометеорологических условий разных годовмежду собою.

Чертеж 3 в работе Рудовица очень демонстративно показывает, что за время с 1863 по 1912 год на всех пунктах побережья Балтийского моря наблюдалась полная синхроничность изменения средних годовых уровней; аналогичный ход колебания средних годовых уровней, лишь в несколько меньшем масштабе, наблюдается и для Немецкого (Северного) моря. Для нас это обстоятельство особо важно оттого, что заключения, делаемые нами для уровня Финского залива у Кронштадта, относятся равным образом и к другим пунктам Балтийского моря. Ход изменения средних годовых уровней во всем Балтийском море тот же, но абсолютные величины в разных частях моря различны. Деля все наблюдения на 4 группы по степени изменчивости этих уровней, Рудовиц приходит к заключению, что изменчивость увеличивается по направлению к востоку и северу. Наименьшие изменения наблюдаются на станциях в западной части моря—у датских берегов, а наибольшие—в узких заливах или проливах восточной части (Вердер и Выборг). Факт синхроничности с Балтийским морем изменений средних годовых уровней в Немецком море приводит автора к заключению, что „причина, вызывающая эти изменения, должна быть общая и, весьма возможно, что она находится вне бассейна Балтийского моря“ [26]). Это все, что Рудовиц пишет о причинах изменений средних годовых уровней Балтийского моря.

В противуположность этому мнению, Sieger [27]), Krümmel [28]) и Blomquist и Renquist [29]) придерживаются того мнения, что причина колебания уровня Балтийского моря заключается в изменении гидрометеорологических условий в разные годы. В доказательство этого положения последними авторами приводится даже сравнительный график колебания уровня Балтийского моря у Lemström, Ладожского озера и количества осадков в Wisby; никакого анализа сравниваемых кривых, однако, не дается.

Объяснение это нам представляется совершенно правильным. По нашему мнению, основная причина изменения средних годовых уровней Балтийского моря лежит не вне бассейна этого моря, как это думает Рудовиц, очевидно, намекая на причины океанические, а именно в самом бассейне Балтийского моря. Доказательством этого служит, прежде всего, то, что как мы это пока-

В предыдущем изложении мною приводятся все доказательства тому, что последняя точка зрения является, повидимому, наиболее правильной.

---

[26]) Рудовиц, op. cit. (см. сноску 24), стр. 621.

[27]) Sieger, op cit. (см. сноску 5).

[28]) Krümmel, Handbuch der Oceanographie. 1907, Bd. I, p. 52—61.

[29]) Blomquist и Renquist, op. cit., (см. сноску 28).

сали для уровней Кронштадта (это относится, равным образом, и ко всем другим пунктам побережья Балтийского моря), наблюдается синхроничность изменения средних годовых уровней Балтийского моря и Онежского, а также и Ладожского озер [30]). Разница лишь в масштабах явления. Отмеченное Рудовиц и вышеуказанное интересное распределение степени изменения колебаний средних годовых уровней по побережьям моря говорит только за то, что причина этих изменений находится и в более отдаленных частях моря и что значительное время, которое необходимо для выравнивания уровней Балтийского моря с океаническими, является главной причиной, вызывающей это явление.

Существующий аналогичный ход изменения средних годовых уровней в Немецком море не является возражением по той причине, что Немецкое море является промежуточным между Балтийским и океаном, а потому, естественно, может испытывать влияние Балтийского моря. Это тем более вероятно, что мы видели выше влияние на уровень этого моря даже сезонного хода изменения уровня Балтийского моря.

Из сказанного выше понятно, что полного совпадения между многолетними колебаниями уровней Онежского озера и Балтийского моря ждать не приходится, т. к. бассейн Балтийского моря охватывает разные климатические районы, уровень же моря отражает суммарное влияние всего бассейна, и это влияние за отдельные годы может расходиться с данными отдельных озер, входящих в бассейн Балтийского моря.

Кроме того, из вышеизложенного следует, что мы в праве ожидать встретить в колебаниях уровня Балтийского моря те явления многолетних периодов, которые наблюдаются в озерах.

Не имея возможности в настоящей работе входить в подробности этого вопроса, я лишь напомню, что еще Фуссом и Krummel'ем было указано на существующий, повидимому, в Балтийском море Брюкнеровский период в колебании средних годовых уровней.

Мы видели, что для объяснения причин изменения средних годовых уровней Балтийского моря было предложено три объяснения: одно, состоящее в том, что эти изменения зависят от причин, находящихся вне бассейна Балтийского моря, и находятся, повидимому, в океанических водах (мнение Рудовиц); другое—в том, что наблюдаемые нами по водомерным рейкам изменения уровня указывают не на колебания уровня, который из года в год остается постоянным, а на колебание нулей футштоков, вызванных колебаниями земной коры (мнение Witting'а и С. А. Яковлева).

Наконец, третье объяснение (мнение Sieger'а, Blomquist и Renquist'а и Krummel'я) в том, что эти изменения зависят от изменения гидрометеорологических особенностей в бассейне Балтийского моря за разные годы.

---

[30]) См. об этом у С. А. Советова, cp. cit. (см. сноску 9).

Из сделанного рассмотрения вопроса о дрожании земной коры мы видим, что факты, приводившиеся в пользу существования этого явления, повидимому, могут получить иное объяснение и, ввиду этого, мы не считаем возможным объяснять дрожанием земной коры те небольшие волнообразные колебания, которые имеют величины разностей средних годовых уровней Вознесенья и других постов Онежского озера.

Обратимся теперь к рассмотрению другой возможной причины неравномерного хода кривой разностей средних годовых уровней Вознесенья и других постов, а именно—возможной неодинаковой абсолютной высоты средних годовых уровней в разных пунктах побережья Онежского озера.

Еще Sieger [31]) указал на то, что изменение разности уровней между двумя постами на озере Väner может зависеть от того, что „in der trockenen Halbperiode der östliche See weniger Wasser an den westlichen abgab, dieses zufuhrarme Becken daher relativ niedriger stand, als in den feuchten".

Если для Väner эта причина и могла иметь некоторое влияние, хотя я не думаю, чтобы к ней можно было бы свести все те различия в разности уровней, которые наблюдались в этом озере, то для Онежского озера эта причина тоже, конечно, может иметь место.

Наиболее же важной причиной, отражающейся на абсолютной высоте средних годовых уровней в разных пунктах побережья крупного водоема, являются ветра и барометрическое давление. Разность давлений для Онежского озера, по данным С. А. Советова, достигает 2 *мм*, ветер-же, при его различной ориентации по отношению к разным частям берега, несомненно имеет большое значение для определения высоты средних годовых уровней в разных пунктах побережья.

Для вычисления поправок высоты средних годовых уровней на ветер и давление, можно пользоваться специальными формулами. Мы не смогли, однако, произвести необходимых вычислений, с одной стороны ввиду того, что на четырех, имеющихся на побережьях Онежского озера метеорологических станциях (Петрозаводск, Повенец, Вознесенье и Вытегра) имеются значительные пропуски в наблюдениях, с другой-же стороны оттого, что для вычисления этих поправок пришлось-бы предварительно обработать все метеорологические наблюдения этих станций, так как подобной обработки еще в печати не появлялось.

Предоставив вычисление поправки на ветер и давление для средних годовых уровней Онежского озера тем будущим исследователям, которые будут специально заняты обработкой уровней, мне придется сделать здесь лишь оговорку, что благодаря отсутствию этих поправок, точность делаемых нами выводов, несомненно, страдает.

Мне хотелось-бы, однако, попытаться выяснить связь между характером изменения величины разностей средних годовых уровней Вознесенья и других

---

[31]) Sieger, op. cit. (см. сноску 5), стр. 455.

постов Онежского озера и всей совокупностью причин, вызывающих различие в абсолютной высоте средних годовых уровней в разных пунктах побережья озера.

Для того чтобы определить относительное изменение в абсолютной высоте средних годовых уровней в различных пунктах побережья, мы определим разность в средних годовых уровнях соседних годов для всех этих пунктов. Эта разность выражается в *см*, со знаком + в том случае, если уровень поднимается, и со знаком — если он опускается. Величины разностей не зависят от положения нулей футштоков, и если пренебречь смещением нулей, происходящим вследствии неравномерного поднятия в течение года, то эти разности не зависят и от поднятия и понижения местности.

Определение этих разностей, между прочим, помогает проверке величин средних годовых уровней. Так, например, из табл. VII мы видим, что резкое отличие в величинах разностей в Повенце по отношению к разностям для других постов за 1889—1890, 1891—1892, 1914—15 и 1923—1924 года заставляет предполагать, что в величины средних годовых уровней за эти годы для Повенца вкралась ошибка, зависящая по всей вероятности от вышеуказанного перемещения головки сваи.

Сравнение разностей разных пунктов между собою дает указание на различное относительное перемещение абсолютного высотного положения средних годовых уровней для сравниваемых пунктов. На табл. VIII даны средние разности для каждой станции за каждые пять лет.

Для того, чтобы выразить яснее отличия в абсолютной высоте средних годовых уровней в Вознесеньи и других пунктах, мы возьмем разности между величинами интервалов высоты уровня для Вознесенья и других постов. Такие разности даны на таблице IX на каждый год, а на табл. X по пятилетиям.

При взятии этих разностей мы должны были, однако, интерполировать величины четырех лет для Повенца, на которые мы уже выше указывали, как на сомнителеные.

В результате сопоставления этих данных мы видим, особенно на средних из пятилетних, что разности в абсолютной высоте уровней озера в разных его частях будут различны в разные годы. Если мы сравним средний по пятилетиям ход этих разностей для пунктов Вознесенье—Усть-Вытегра с кривой изменения уровня Онежского озера по наблюдениям в Вознесеньи, то увидим, что между этими величинами есть обратная зависимость: в период наиболее высоких стояний уровней вод озера и уровни в Вознесеньи наиболее низки по сравнению с уровнем в Усть-Вытегре и иногда даже стоят абсолютно ниже последних, в периоды-же общего спада вод озера и их минимумов—абсолютный уровень в Усть-Вытегре несколько ниже, чем уровень в Вознесеньи. Словом, между общим ходом изменения уровня в озере и разностью абсолютной высоты уровней в Вознесеньи и Усть-Вытегре есть обратно пропорциональная зависимость

Таблица VII.

Интервалы средних годовых уровней постов Онежского озера между смежными годами.

(в *см*).

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1885—86	+ 2,4	+ 4,1	+ 3,4	— 0,2	+ 6,0	+ 4,3
86—87	— 3,2	— 2,3	— 2,3	— 3,3	— 3,7	— 3,8
87—88	+42,5	+42,6	+40,5	+53,3	+44,9	+43.6
88—89	+ 1,5	+ 2,0	— 3,1	+ 1,9	+ 2,2	+ 1,3
89—90	—42,4	—43,0	+31,7 (—41,0)	—42,9	—43,7	—42,9
1890—91	—28,4	—28,5	—32,0	—28,7	—26,6	—26,6
91—92	+14,7	+17,9	+ 5,3 +(15,3)	+17,6	+17,0	+16,5
92—93	+15,5	+16,1	+14,9	+16,5	+16,0	+15,8
93—94	+ 5,4	+ 3,2	+ 1,2	— 2.3	+ 4,0	+ 4,4
94—95	+ 2,8	+ 3,1	+ 3,9	+ 0,3	+ 2,2	+ 2,1
1895—96	+10,5	+ 9,1	+ 7,7	+ 9,8	+11,9	+11,2
96—97	—32,3	—29,6	—33,2	—23,2	—30,3	—31,2
97—98	— 8,8	— 4,8	—10,9	— 3,4	— 5,1	— 5,1
98—99	+57,8	54,3	+51,1	+51,9	+53,3	+55,0
99—1900	—10,0	— 9,8	— 8,2	— 7,6	— 8,3	—10,7
1900—01	—25,8	—26,2	—26.9	—27,5	—26.8	—26,0
01—02	— 2,2	— 2,8	— 4,1	— 3,0	— 3,1	— 1,2
02—03	+59,6 +7,8	+58,9 + 3,9	+54,3 + 2,5	+58,8 + 3,6	+57,1 +11,1	+58,0
03—04	— 2,3				+(5,1)	+ 5.5
04—05	(—9,8)	— 9,9	— 9,8	— 9,2	—12,6	—11,3
1905—06	—27,2	—24,2	—23,9	—23,6	—22,9	—24,5
06—07	—29,7	—30,2	—28,6	—30,8	—29,9	—31,0
07—08	— 9,6	— 9,2	— 5,5	— 9,4	+ 4,0	— 8.4
08—09	+12,8	+12,8	+11,5	+12,7	+10,3	+12,7
09—10	+ 6,1	+ 6,3	+ 4,5	+ 5,6	+ 7,8	+ 6,9
10—11	+ 0,7	+ 0,4	+ 4,4	+ 0,4	— 0,8	+ 0,2
11—12	+18,9	+ 9,7	+13,5	+20,1	+18,6	+18,7
12—13	—29,5	—30,6	—29,1	—33,5	—28,9	—29,7
13—14	—24,7	—20,2	—(20,8) +8,0	—15,3	—20,5	—19,7
14—15	+ 8,0	+ 8,0	— 0,5	+ 8,1	+ 7,7	+ 8,0
1915—16	+18,6	+14.9	+15,6	+15,1	+14,0	+13,9
16—17	+12,6	+13,0	+14,3	+12,4	—14,0	+14,3

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1917—18	+ 3,9	+ 3,8	+ 1,9	+ 2,7	+ 3,5	+ 4,4
18—19	—20,6	—20,4	—	—20,5	—20,9	—23,3
19—20	—13,5	—14,1	—	—10,9	—12,2	—12,2
1920—21	—12,6	—12,2	—	—14,8	+10,6	—12,8
21—22	+27,0	+29,8	+27,1	+30,3	+28,7	+29,0
22—23	+30,4	+25,6	+30,3	+28,4	+26,9	+27,5
23—24	+33,5	+32,1	+20,1 +(30,0)	+29,7	+33,0	+30,1
24—25	—56,8	—58,1	—57,6	—57,2	—57,7	—53,9
1925—26	+ 0,9	+ 0,0	— 7,5 (+0,3)	+ 0,5	+ 0,7	— 1,5
26—27	+ 3,3	+ 4,3	— 4,5	+ 3,9	+ 1,7	+ 0,6
27—28	— 6.9	— 5,9	—12,4	— 7,5	— 6,4	— 4,8
28—29	+45,1	+47,7	+46,1	+49,3	+48,0	+47,3

Примечание. Стоящие в скобках цифры являются интерполированными и стоят в случае малой вероятности вычисленных цифр.

Таблица VIII.

Средние за пятилетия интервалы смежных годовых уровней для всех водомерных постов Онежского озера.

(в *см*).

Годы	Вознесенье	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черные Пески
1885—89	+ 0,2	+ 0,7	+ 0,7	+ 1,8	+ 1,2	+ 0,5
90—94	+ 2,0	+ 2,4	— 1,5	+ 0,7	+ 9,3	+ 2,4
95—99	+ 3,4	+ 3,8	— 1,3	+ 5,5	+ 4,3	+ 3,8
1900—04	+ 7,4	+ 4,8	+ 3,2	+ 4,5	+ 5,1	+ 5,0
05—09	— 9,5	— 8.9	— 8,4	— 9,1	— 6,1	— 8,9
10—14	— 5,5	— 6,5	— 6,4	— 4,0	— 4,8	— 4,5
15—19	+ 0,2	+ 0,6	—	— 0,2	— 0,3	+ 6,0
20—24	+ 4,3	+ 3,4	+ 7,5	+ 3,3	+ 4,1	+ 4,0
25—29	+10,6	+15,4	+ 5,4	+11,7	+ 8,8	+10,4

Таблица IX.

Разности интервалов уровней между Вознесеньем и другими постами Онежского озера.

Годы	Вознесенье —				
	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885—86	— 1,7	— 1,0	+ 2,2	— 3,6	— 1,9
86—87	+ 0,9	+ 0,9	— 0,1	— 0,5	— 0,6
87—88	— 0,1	+ 2,0	—10,8	— 2,4	— 1,1
88—89	— 0,5	— 1,6 +10,7	— 0,4	— 0,7	+ 0,2
89—90	— 0,6	(—0,7)	— 0,5	— 1,3	— 0,5
90—91	— 0,1	— 3,6 + 9,4	— 0,3	+ 1,8	+ 1,8
91—92	— 3,2	(—2,3)	— 2,9	— 2,3	— 1,8
92—93	— 0,6	+ 0,6	+ 0,6	— 0,5	— 0,3
93—94	+ 2,2	+ 4,2	+ 3,1	+ 1,4	+ 1,0
94—95	— 0,3	— 1,1	+ 2,5	+ 0,6	+ 0,7
95—96	+ 1,4	+ 2,8	+ 0,7	— 1,4	— 0,7
96—97	+ 2,7	— 0,9	+ 9,1	+ 2,0	+ 1,1
97—98	+ 4,0	— 2,1	+ 5,4	+ 3,7	+ 3,7
98—99	+ 3,5	+ 6,7	+ 5,9	+ 4,5	+ 2,8
99—1900	+ 0,2	+ 1,8	+ 2,4	+ 1,7	— 0,2
1900—01	— 0,4	— 1,1	— 1,7	— 1,0	— 0,2
01—02	— 0,6	— 1,9	— 1,9	— 0,9	+ 1,0
02—03	+ 0,7	+ 5,3	+ 5,3	+ 1,5	+ 1,6
03—04	+ 3,9	+ 5,3	+ 4,2	— 3,3	+ 2,3
04—05	— 7,6	— 7,5	— 6,9	—10,3	— 9,0
05—06	+ 3,0	+ 3,3	+ 3,6	+ 4,3	+ 2,7
06—07	— 0,5	+ 1,1	— 1,1	— 0,2	— 1,3
07—08	+ 0.4	+ 4,1	+ 0,2	+ 5,6	+ 1,2
08—09	0.0	+ 1,3	+ 0,1	+ 2,5	+ 0,1
09—10	— 0,2	+ 1,6	+ 0,5	— 0,7	— 0,8
10—11	+ 0,3	— 3,7	+ 0,3	— 0,1	+ 0,5
11—12	+ 9,2	+ 5,4	— 1,2	+ 0,3	+ 0,2
12—13	— 1,1	+ 0,4	— 4,0	+ 0,6	— 0,2
13—14	+ 4,5	+ 3,9 + 7,5	+ 9,4	+ 4,2	+ 5,0
14—15	0,0	(+0,5)	— 0,1	+ 0,3	0,0
15—16	+ 3,7	+ 3,0	+ 3,5	+ 4,6	+ 4,7
16—17	— 0,4	— 1,7	+ 0,2	— 1,4	— 1,7

Годы	Вознесенье—				
	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1917—18	+ 0,1	+ 2,0	+ 1,2	+ 0,5	— 0,5
18—19	+ 0,2	(—1,0)	+ 0,1	— 0,3	— 2,7
19—20	— 0,6	(—1,5)	+ 2,6	+ 1,3	+ 1,3
20—21	+ 0,4	(—1,0)	— 2,2	+ 2,0	— 0,2
21—22	— 2,8	— 0,1	— 2,2	— 1,7	— 2,0
22—23	+ 4,8	+ 0,1	+ 2,0	+ 3,5	+ 3,4
23—24	+ 1,4	+13,1 (+3,0)	+ 3,8	+ 0,5	+ 3,4
24—25	— 1,3	— 0,8	+ 0,4	— 0,9	+ 2,9
25—26	+ 0,9	— 6,6 (0,6)	+ 0,4	+ 0,2	— 0,4
26—27	— 1,0	— 1,2	— 0,6	+ 1,6	+ 2,7
27—28	+ 1,0	— 5,5	— 0,6	+ 0,5	+ 2,1
28—29	— 2,6	— 1,0	— 4,2	— 2,9	— 2,2

Примечание: Стоящие в скобках цифры являются интерполированными и стоят в случаях, если за данный год вообще нет данных или если эти данные внушают подозрение в своей правильности.

Таблица X.

Средние за пять лет разности интервалов уровней между Вознесеньем и другими постами Онежского озера.

Годы	Вознесенье—				
	Петрозаводск	Повенец	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885—89	— 0,2	— 0,1	— 1,9	— 1,7	— 0,8
90—94	— 0,4	— 0,4	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,3
95—99	+ 2,4	+ 1,7	+ 4,7	+ 2,1	+ 1,2
1900—04	— 0,8	+ 1,4	+ 0,2	— 2,3	— 0,9
05—09	+ 0,5	+ 2,3	+ 0,7	+ 2,2	+ 0,4
10—14	+ 2,6	+ 1,3	+ 0,9	+ 1,1	+ 1,1
15—19	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,5	+ 0,9	+ 0,2
20—24	+ 0,5	+ 1,1	0,0	+ 0,7	+ 1,4
25—29	— 0,4	— 1,6	— 1,0	— 0,1	+ 0,5

Я не имею возможности входить в подробное рассмотрение этих зависимостей и полагаю, что они должны быть подробно разобраны при специальной обработке уровней Онежского озера;.

Возвращаясь теперь, после всего вышесказанного, к вопросу о тех величинах, которыми может быть выражено колебание земной коры в разных пунктах побережья Онежского озера по отношению к месту порога стока, я считал-бы необходимым для определения величины поднятия или опускания для каждого отдельного года руководствоваться не той кривой разностей уровней Вознесенья и других пунктов побережья, которая, как мы видели, отражает на себе климатические особенности отдельных годов, и не кривой, проведенной на основании средних по пятилетиям величин, так как эта кривая является лишь математическим средним из величин за каждый отдельный год, а, следовательно, также находится под влиянием климатических особенностей отдельных годов, а исключительно кривой, которая являлась-бы геометрической линией точек, определяющих стояние уровня за отдельные годы.

Такая кривая даст общее направление изменения в положении нуля футштока, до некоторой степени элиминируя влияние климатических особенностей отдельных годов. Такие кривые и даны на графике II.

Получив, таким образом, в результате нашего анализа величины, характеризующие собою возможно ближе смещение нулей футштоков по отношению к положению нуля футштока у порога стока в Вознесеньи, мы снова вернемся к рассмотрению характера этих изменений в смещении нулей футштоков.

Мы здесь отмечаем два характерных явления:

1) Почти полное отсутствие изменений в положении нулей футштоков в Повенце в период между 1902 и 1912 годами и намечающийся такой же горизонтальный участок в 80-ых годах. Если участок 1902—1912 годов совпадает с периодом резкого понижения средних годовых уровней Онежского озера, который особенно ясно виден на кривой для средних по пятилетиям, то участок для 80-х годов с этим падением уровня не совпадает. Если, как мы видили выше, и видно, что период падения уровня озера сопровождается уменьшением величин разностей средних годовых уровней поста в Повенце, то едва ли всетаки вероятно, чтобы длительное замедление и даже остановка в изменении этих разностей могли быть сведены к этим причинам.

Мы имеем просто замедление в процессе выпирания сваи кверху и оно не имеет ничего общаго с явлением неравномерности поднятия берегов.

2) Для постов Усть-Вытегры, Черных Песков и Петрозаводска наблюдена еще одна очень характерная особенность измененения в положении нулей футштоков: после 1920 года наблюдается не понижение, а повышение нулей футштоков по отношению к изменению нуля футштока в Вознесеньи.

Явление это могло произойти вследствие двух причин: с одной стороны, если в этих пунктах произошла перемена в направлении изменения перемещения нуля футштока, т. е. он стал подыматься; с другой-же стороны, возможен и

такой случай, что местности эти продолжают изменять свое вертикальное положение в том же направлении, что и раньше, т. е. постепенно повышаясь или понижаясь, а местность у порога стока изменила быстроту, с которой в ней совершается процесс поднятия или опускания.

Если мы имеем случай поднятия, то для получения указанного после 1920 года явления достаточно, чтобы Вознесенье поднялось менее интенсивно, чем остальная местность на юге озера: тогда получится повышение нулей расположенных там футштоков относительно нуля футштока у порога стока.

Если мы имеем случай опускания местности, то наблюдаемый факт возникает в том случае, если местность у порога стока стала опускаться более интенсивно, чем в других пунктах.

Имеем-ли мы случай поднятия или опускания—эффект будет тот-же, но общее между ними то, что произошло изменение в относительной к другим пунктам скорости поднятия или опускания местности у порога стока.

Мы ограничиваемся пока сказанным, так как вопрос о том, произошло-ли с двадцатых годов абсолютное или лишь относительное опускание местности—мы окончательно решить не можем пока не произведено подробных геологических исследований в этом районе, сопровожденных точными нивеллировками.

Как бы то ни было, рассмотрение материалов по уровням привело нас к предположению о существовании неравномерности в скорости движения земной коры и при этом неравномерности, распространенной не на всю поверхность Онежского озера, а лишь на один из его районов.

По своему характеру эти колебания земной коры, однако, значительно отличаются от того дрожания, которое отмечалось Witting'ом и Яковлевым.

При существовании рассмотренных выше фактов неравномерности колебания земной коры, при которой некоторые изменения охватывают лишь небольшие районы, трудно, вообще, делать расчисления скорости колебания на значительные промежутки времени и значительные расстояния.

Ввиду того, однако, что такие расчисления принято в настоящее время производить в геологической литературе—сделаем эти расчисления и мы.

На основании данных на графиках II и III кривых нами определены те смещения в положении нулей футштоков относительно среднего многолетнего уровня озера, которые произошли за 45 лет, и на этом основании вычислены изменения, которые могут произойти в течение 100 лет.

Все эти величины даны на таблице XI.

Здесь следует не забывать, что установленный градиент выражает лишь относительную разность колебания разных пунктов побережья озера по сравнению с местностью у порога стока, т. е. у Вознесенья. Величины эти, однако, в то же время весьма близки и к величинам абсолютного колебания земной коры; в самом деле, мы видели выше, что нулевая изобаза должна, судя по всем данным, которыми мы располагаем, проходить где-то возле южного берега Онежского озера.

Таблица XI.

Пункты	Колебания уровня за 45 лет	Градиент колебания за 100 лет
Вознесенье	0,0	0,0
Петрозаводск	+ 3,0	+ 7,5
Бесов Нос	+ 2,8	+ 6,2
Усть-Вытегра	+ 12,6	+ 27,7
Черные Пески . . .	+ 2,6	18,7 (5,17) [33])

Наше исследование вопроса о неравномерном поднятии берегов Онежского озера было бы неполным, если бы мы не остановились еще на сопоставлении полученных результатов с теми, которые получены геологами.

По последним данным, полученным Олонецкой Научной Экспедицией [34]), общее поднятие для Иольдиевой террасы возле Повенца за время, прошедшее со времени Иольдиевого моря, определено в 70 *м* над современным уровнем моря. Если мы, на основании работ Ramsay'я [35]) и Sauromo [36]), к этой величине прибавим еще 80 *м*, на которые повысился уровень океана со времени существования Иольдиевого моря, то общее поднятие Повенца со времен Иольдиевого моря выразится цифрой в 150 *м*.

Считая, что со времени Иольдиевого моря до наших дней, согласно De Geer'у и др., как это принимают Sauramo [36]) и С. А. Яковлев [37]), прошло около 9500 лет, мы простым расчислением получим, что если бы скорость поднятия в течение всего времени после Иольдиевого моря оставалась постоянной, то Повенец должен был подниматься на высоту 150 см. в каждые 100 лет.

Известно, однако, на основании вышеуказанных последних работ Ramsay'a и Sauramo, что быстрота поднятия земной коры в разное время послеледникового периода была различной и если она достигала даже по периферии Фенноскандии в анцииловое время значительных величин, то в современное нам время наибольшие скорости поднятия определяются, на основании

---

[33]) Здесь приведены цифры, характеризующие явление вертикального изменения в положении нуля футшока без принятия во внимание изменений последних 10 лет. В скобках дана величина включая изменение последних 10 лет.

[34]) Дьяконова-Савельева, Е. Н. и Б. Ф. Земляков, op. cit. (см. сноску 1).

[35]) Ramsay. On Relations between Crustal Mévments and Variations of Sea-Level during the late Quaternary Time. Bull. Comm. Géolog. Finland, 1928, № 66.

[36]) Sauromo, M. Über die spätglazialen Niveauverschiebungen in Nord Karelien, Finland. Bull. Comm. Géolog., Finlande, 1928, № 80, pp. 1—41.

Sauramo, M. The Quarternary Geology of Finland. Ibid., 1929, № 86, pp. 1—110.

[37]) Яковлев, С. А., op. cit. (см. сноску 18).

работ Witting'а, величиною около 1 *м* в столетие. Если благодаря смещению головки сваи мы не можем определить величину поднятия Повенца по водомерным наблюдениям, то величины, полученные для других пунктов, не противоречат геологическим данным.

Мы рассмотрели, насколько было возможно полно, вопрос об изменениях в колебании уровней для отдельных пунктов побережья Онежского озера и в связи с ним и вопрос о колебании Фенноскандии в районе озера.

Нам остается сейчас обратиться к конкретному значению полученных нами данных, как для обработки уровней Онежского озера, так и для целей Балтийско-Беломорского водного пути вообще.

Известно, что основой для правильной обработки уровней всякого водоема является требование, чтобы нули футштоков за все время наблюдений не смещались. Обычно идет речь о смещении этих нулей при переменах футштоков или установке их в ином пункте при отсутствии нивеллировочной связи между нулями футштоков. Мы же встретились с иным случаем—когда нули футштоков смещаются благодаря колебанию земной коры в той местности, на которой они находятся., а для Повенца, кроме того, со случаем выпирания сваи из грунта. Здесь следует сделать оговорку, что для обработки уровней важно не абсолютное вертикальное перемещение нулей футштоков, а относительное их перемещение по отношению к среднему многолетнему уровню озера. Из всего сказанного выше следует, что положение нуля футштока по отношению к среднему многолетнему уровню озера остается неизменным лишь у порога стока, т. е. в Вознесенье, и лишь при условии, что не происходит углубления порога стока. Во всех же остальных водомерных постах необходимо перед обработкой материалов ввести некоторую поправку на смещение нулей футштоков. Эта поправка будет с отрицательным знаком для всех постов, расположенных к юго-востоку от оси равновесия озера, т. е. для Бесова Носа, Усть-Вытегры, Петрозаводска и Черных Песков, и с положительным знаком для Повенца. Вводимые поправки будут непрерывно меняться во времени.

Ввиду небольшого отличия средних поправок для отдельных годов друг от друга, не превышающих, обычно, размера ошибки при наблюдениях,—мы считаем возможным вводить на протяжении всего года одну и ту-же поправку смещания нулей футштоков, хотя в отдельных случаях, когда годовые поправки особенно велики, нужно их интерполировать для отдельных месяцев, и тогда они вводятся в уровни не средние годовые, а в средние месячные.

Из вышеизложенного видно, что вертикальное перемещение местности в пунктах водомерных наблюдений, т. е., в сущности, перемещение нулей футштоков мы определили по кривой, являющейся геометрическим местом точек, получающихся как разности средних годовых уровней данного пункта и пункта у места стока, т. е. Вознесенья.

Для определения поправок, которые нужно ввести в средние годовые уровни вследствие смещения нулей футштоков за каждый год—остается лишь определить положение средней точки кривой за год над тем положением на графике, которое занимала кривая в 1885 году. и это будут величины поправки. Они даны для каждого года и для всех частей Онежского озера на таблице XII.

После введения этих поправок в средние годовые уровни постов Онежского озера, мы получим величины этих уровней, данные на таблице XIII. Эти уровни показаны для каждого поста от своего нуля футштока, но нули этих футштоков приведены в то положение по отношению к среднему многолетнему уровню озера, которое они имели в 1885 году, т. е. во время начала наблюдений.

Само собою разумеется, что указанные в табл. XII поправки следует ввести во все водомерные наблюдения на постах Онежского озера—ежедневные, средние месячные и т. д., соответственно интерполируя их в нужных случаях помесячно.

Второй весьма важный и ответственный вопрос состоит в том, как отразится отмеченное нами изменение уровня в районе Повенца на проектируемом как раз в этом районе канале.

Из сказанного выше ясно. что именно для Повенца мы не можем дать расчета быстроты спада вод вследстве того, что все водомерные наблюденя этого поста искажены явлением постепенного выпирания сваи из грунта.

Что касается водного режима группы озер, через которые должен пройти канал на севере от Онежского озера (Вадлозеро, Маткозеро и, главное, Выгозеро) по его восточному варианту, и режима озер Остер и Сегозера по западному варианту, то здесь, несомненно, с прорытием канала произойдут некоторые перемены, так как неравномерное поднятие местности происходит несомненно на всем протяжении канала.

Для того, чтобы оценить более точно величины этих изменений, остановимся на примере Сегозера. Если каналом будет соединено озеро Остер и Кумса с Сегозером, то получится второй сток озера Сегозера, кроме Сегежи. Вследствие этого, на всем южном побережьи Сегозера прекратится положительное движение береговой линии, подробно мною описанное в свое время [38]), так как положение среднего многолетнего уровня озера у порога его нового стока сделается постоянным по отношению к берегу.

Отразится это явление также и на северном побережьи Сегозера и, в частности, на пороге стока Сегежи. Если уровень этого стока в настоящее время регулируется на постоянной точке, потому что это сток единственный, то с появлением стока на юге озера—будет происходить постепенное обмеление порога стока и уменьшение водоносности р. Сегежи, связанное с более интенсивным, чем на юге, поднятием берегов Сегозера возле Сегежи.

---

[38]) Г. Верещагин, op. cit. (сноска 4).

Таблица XII.

Поправки к уровню Онежского озера на величины колебания нулей футштоков.

(в *см* по годам).

Годы	Повенец	Петрозаводск	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885	0	0	0	0	0
86	0	— 0,8	0	— 1,0	— 0,7
87	0	— 1,4	0	— 2,3	— 1,2
88	0	— 1,8	0	— 3,0	— 1,7
89	+ 1,0	— 2,4	0	— 3,8	— 2,2
90	+ 3,1	— 2,8	0	— 4,6	— 2,7
91	+ 5,4	— 3,3	0	— 5,2	— 3,3
92	+ 8,0	— 3,9	0	— 6,0	— 3,9
93	+10,7	— 4,4	0	— 6,9	— 4,5
94	+13,1	— 5,0	0	— 7,7	— 5,0
95	+15,8	— 5,5	0	— 8,2	— 5,6
96	+18,2	— 6,0	0	— 8,8	— 6,0
97	+20,9	— 6,0	0	— 9,0	— 6,3
98	+23,7	— 6,0	0	— 9,2	— 6,6
99	+26,0	— 6,0	0	— 9,4	— 7,8
1900	+30,0	— 6,0	— 0,2	— 9,6	— 7,0
01	+30,7	— 6,0	— 0,4	— 9,8	— 7,3
02	+31,0	— 6,0	— 0,6	— 9,9	— 7,6
03	+31,2	— 5,4	— 0,8	—10,0	— 8,0
04	+31,3	— 5,8	— 1,0	—10,1	— 8,1
05	+31,4	—	— 1,2	—10,2	— 8,3
06	+31,6	— 5,7	— 1,4	—10,3	— 8,5
07	+31,8	— 5,7	— 1,6	—10,4	— 8,3
0	+32,0	— 5,7	— 1,7	—10,5	— 8,3
09	+32,1	— 5,7	— 1,8	—10,6	— 8,3
10	+32,3	— 5,8	— 1,9	—10,7	— 8,3
11	+32,5	— 5,9	— 2,0	—10,9	— 8,3
12	+32,1	— 5,9	— 2,1	—11,0	— 8,3
13	+33,2	— 5,9	— 2,2	—11,4	— 8,3
14	+33,8	— 6,0	— 2,3	—11,9	— 8,3
15	+35,2	— 6,1	— 2,4	—12,3	— 8,3
16	+37,2	— 6,2	— 2,5	—12,7	— 8,3
17	+39,4	— 6,2	— 2,6	—13,0	— 8,3
18	+40,8	— 6,2	— 2,7	—13,3	— 8,3
19	+43,2	— 6,2	— 2,8	—13,7	— 8,3

Годы	Повенец	Петрозаводск	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1920	+46,1	— 6,1	— 2,9	—13,9	— 8,2
21	+47,9	— 6,0	— 3,0	—14,1	— 8,0
22	+48,8	— 5,8	— 3,0	—14,2	— 7,3
23	+52,0	— 5,3	— 3,0	—14,1	— 6,7
24	+55,0	— 5,0	— 3,0	—14,0	— 6,0
25	+58,8	— 5,6	— 3,0	—13,8	— 5,3
26	+62,7	— 5,2	— 3,0	—13,6	— 4,7
27	+56,1	— 5,0	— 3,0	—13,3	— 3,9
28	+68,8	— 4,7	— 2,9	—13,0	— 3,0
29	+73,2	— 4,3	— 2,9	—12,6	— 2,3

Отождествление террас южного берега Сегозера с террасами его южного берега до сих пор не может считаться оконченным; с другой-же стороны, отождествление второй террасы южного берега этого озера возле Карельской Масельги, расположенной на высоте 126,6 *м*, с террасою у Повенца на высоте 76 *м* может считаться установленным [39]). Вычисленный из этих данных градиент поднятия со времени Иольдиевого моря, т. е. за 9500 лет, составляет около 10 *м* на каждые 10 *км* в течение 100 лет.

Однако, это некоторый средний градиент поднятия с Иольдиевого времени, который в разное время менялся в своей интенсивности. Современная-же интенсивность поднятия, как мы видели уже выше, значительно меньше.

Если вычисление неравномерности поднятия берегов Сегозера производить на основании отождествления первой, второй и третьей террасы на берегах Сегозера в Карельской Масельге и в Орчун Губе, считая, что их современная последовательность является в то же время и последовательностью хронологической, то мы должны были-бы принять вторую террасу в Орчун-Губе, расположенную на высоте 131,26 *м* над уровнем моря, за террасу Иольдиевого моря; тогда разность высот этих террас над современным средним уровнем Сегозера будет равна 4,15 *м*; отсюда, простое, уже указанное выше, расчисление приводит к выводу, что обмеление Сегежи у порога ее стока в случае стока на Остер должно было-бы выразиться величиной всего в 3,2 *см* в столетие. Такая значительная разница в величинах, при отсутствии доказательств в правильности определения возраста террас северного берега Сегозера, заставляет предполагать, что террасой Иольдиевого моря является на севере

[39]) Дьяконова-Савельева, Е. Н. К вопросу о позднеледниковом Онего-Беломорском соединении. Труды Ленинградского Общ. Естествоиспытателей, 1929, том 59, вып. 4, стр. 97—108.

Таблица XIII.

Средние годовые уровни Онежского озера с введением поправок на величину колебаний нулей футштоков.

(в *см* от 0 футштоков).

Годы	Повенец	Петрозаводск	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1885	+28,9	+33,1	+40,7	— 9,8	+ 2,4
86	+32,3	+36,4	+40,5	— 2,8	+ 6,0
87	+30,0	+33,5	+37,2	— 5,2	+ 1,7
88	+70,5	+75,7	+80,5	+34,4	+44,8
89	+74,6	+77,1	+82,4	+35,8	+45,6
90	+35,0	+33,7	+39,5	— 0,8	+ 2,2
91	+ 5,3	+ 4,7	+10,8	—25,1	—18,4
92	+12,2	+22,0	+28,4	— 7,3	— 1,3
93	+29,8	+37,6	+44,9	— 4,2	+ 6,1
94	+33,4	+40,2	+42,6	— 1,0	+10,0
95	+40,0	+42,8	+42,9	+ 0,7	+11,5
96	+43,0	+51,4	+52,7	+10,2	+22,3
97	+19,6	+21,8	+29,5	— 2,3	— 3,4
98	+11,5	+17,0	+26,1	— 7,2	— 1,4
99	+64,9	+71,3	+78,0	—27,5	+39,2
1900	+60,7	+61,5	+70,2	+19,0	+29,3
01	+34,8	+35,3	+42,5	+ 8,0	— 3,0
02	+30,7	+32,5	+39,3	— 8,6	— 1,5
03	+85,2	+91,5	+97,9	+45,8	+59,1
04	+87,8	+95,5	+101,3	+56,8	+64,5
05	+78,1	+91,4	+91,9	+44,1	+53,6
06	+54,4	+61,5	+68,1	+21,1	+29,1
07	+26,0	+31,3	+37,1	— 8,9	—1,9
08	+21,7	+22,1	+27,6	— 5,5	— 6,3
09	+33,3	+34,9	+40,2	— 5,8	+ 2,4
10	+38,0	+41,1	+45,7	+ 1,9	+ 9,3
11	+42,6	+41,4	+46,0	+ 0,9	+11,5
12	+66,4	+61,1	+66,0	+19,4	+28,2
13	+ 7,7	+30,5	+32,2	— 9,9	— 1,5
14	+ 7,5	+10,2	+17,0	— 7,2	— 4,6
15	+ 8,4	+18,1	+25,0	— 1,0	— 3,4
16	+26,0	+32,9	+40,0	—10,0	+ 0,7
17	+42,5	+45,9	+52,3	— 3,7	+15,0
18	+53,8	+49,7	+54,9	+ 6,9	+19,4
19	+43,2	+29,3	+34,3	+13,0	— 3,9

Годы	Повенец	Петрозаводск	Бесов Нос	Усть-Вытегра	Черн. Пески
1920	+46,1	+15,3	+23,3	— 1,0	— 0,4
21	+ 2,8	+ 1,9	+ 8,4	— 9,4	—12,6
22	+25,2	+33,2	+38,7	— 9,0	+ 1,1
23	+58,7	+59,3	+67,1	+18,0	+29,2
24	+92,1	+91,7	+96,8	+51,1	+60,0
25	+38,3	+33,0	+39,6	— 6,4	+ 6,8
26	+35,7	+33,4	+40,1	— 5,5	+ 5,9
27	+33,6	+37,9	+44,0	— 3,5	+ 7,3
28	+24,9	+29,3	+36,6	— 9,6	+ 3,4
29	+75,4	+80,4	+85,9	+38,8	+51,4

Сегозера не вторая, а более высокая терраса. Возможно, однако, что интенсивность поднятия в районе Сегозера меньше, чем в районе между Повенцом и Сегозером.

Из всех озер, входящих в систему Балтийско-Беломорского канала, наибольшее влияние оказывает неравномерное поднятие, несомненно, на Выгозеро. Это зависит от двух причин: во первых потому, что озеро это, считая вместе с озером Бобровым, имеет большую ось равной 63 *км* [40]); во вторых от того, что озеро это расположено по отношению к направлению вероятных изобаз в этом районе таким образом, что сток этого озера (р. Северный Выг) находится в пункте наиболее интенсивного поднятия озера. В таком случае, как мы знаем из предыдущего, воды озера будут приливать к противоположным от стока берегам, и уровень озера, оставаясь постоянным возле Надвойц, по отношению к реперу на берегах будет повышаться с годами возле южных и юго-восточных берегов озера—особенно в озере Бобровом; это повышение уровня будет равно разности в высоте абсолютного поднятия этих берегов по сравнению с поднятием в Надвойцах.

Ввиду неизученности Выгозера в отношении неравномерности поднятия его берегов и неизвестности направления изобаз в его районе, так как это направление должно быть уже несколько иным, чем в районе Онежского озера,— мы не можем установить величины скорости поднятия для Надвойц по отношению к Повенцу и Выгозерскому погосту.

Исследования Выгозера, произведенные Олонецкой научной экспедицией в 1921 и 1922 годах [41]), показывают однако, что южные берега Выгозера

[40]) См. Г. Верещагин. Методы морфометрической характеристики озер. Труды Олонец. Научн. Экспед., ч. II, вып. 1, 1930, стр. 1—114.

[41]) См. Г. Ю. Верещагин и др. Предварительный отчет о работах Олонецкой Научной Экспедиции в 1921 году. Лгр., 1923, стр. 1—68.

обнаруживают несомненные признаки положительного движения береговой линии: подтопленные устья впадающих в эту часть озера рек, болотные пространства, примыкающие к озеру Бобровому и на других участках, и т. д.—все это факты, подтверждающие наличие повышения уровня вод Выгозера в южных его частях.

Для того, чтобы более точно подойти к выяснению явления неравномерного поднятия уровня отдельных озер, необходимо проведение точных нивеллировок во всем районе и подробное изучение террас с установлением возрастной тождественности хотя-бы для террас Иольдиевого моря.

В заключение мне хотелось обратить внимание еще на следующее обстоятельство: Онежское и Ладожское озера являются для всей Фенноскандии единственными крупными объектами, на которых можно на основании длительного периода наблюдений произвести полную обработку материалов по их уровням. Все что до сих пор появлялось в этом отношении для обоих озер, совершенно не затрагивает интереснейших вопросов о неодинаковой высоте уровня в разных пунктах побережья озера, о влиянии на это явление гидрометеорологических факторов и целом ряде иных вопросов, возникающих при не математическом, а лимнологическом подходе к вопросу об уровне озер.

Для Ладожского озера остается, кроме того, еще открытым вопрос о неравномерном поднятии его берегов, которое там несомненно имеет место и которое должно быть принято во внимание при обработке его уровней.

Все указанные вопросы должны стать предметом изучения в ближайшее же время.

Zur Frage über die ungleichmässige Hebung der Küsten des Onegasees.

G. J. Verestchagin.

Nach der historischen Übersicht über die Methoden der Wasserstandsbeobachtungen für die Lösung der Fragen der Landhebung, giebt der Verfasser eine Methode, welche in den Seen direkt die Ungleichmässigkeit der Landhebung an verschiedenen Küsten des Sees giebt.

Diese Zahlen werden als Differenz der mittleren jährlichen Wasserstandsbeobachtungen für den Posten beim Abfluss des Sees und der anderen Posten erhalten.

Für den Onegasee besitzen wir für 6 Posten eine Reihe von Wasserstandsbeobachtungen für 45 Jahre (Tab. 1). Die Beobachtungen in Povenez sind aber nicht in Acht zu nähmen, da es sich erwies, dass der 0 der Beobachtungen sich künstlich während der ganzen Zeit gehoben hat.

Der unregelmässige Gang der erhaltenen Differenzzahlen ist nicht durch die Ungleichmässigkeit der Landhebung, sondern durch hydrometeorologische Einflüsse bedingt. Die Differenz in der Höhenlage des 0—Punktes beim Abfluss des Sees (Woznesenje) und der anderen Punkten des Sees ist für 45 Jahre und auch für 100 Jahre in der Tabelle XI gegeben.

Die Verbesserungen, welche wegen der Landhebung in die Wasserstandsbeobachtungen einzuführen sind — sind in der Tabelle XII gegeben und in der Tab. XIII sind die verbesserten Wasserstände für alle Punkte gegeben.

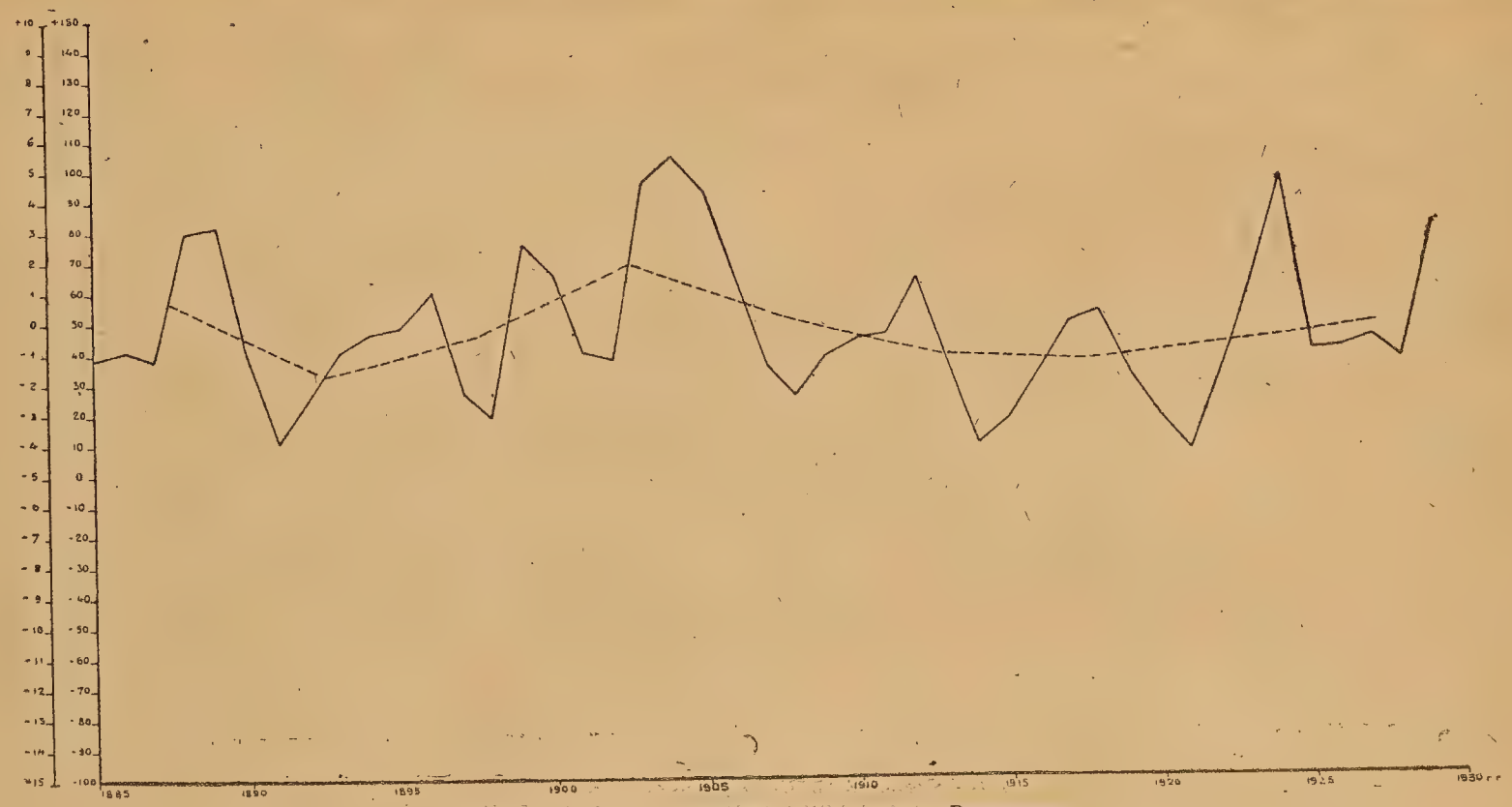

График I. Средние уровни Онежского озера у Вознесенья.

Сплошной линией намечены средние годовые, прерывной линией—средние за 5 лет.

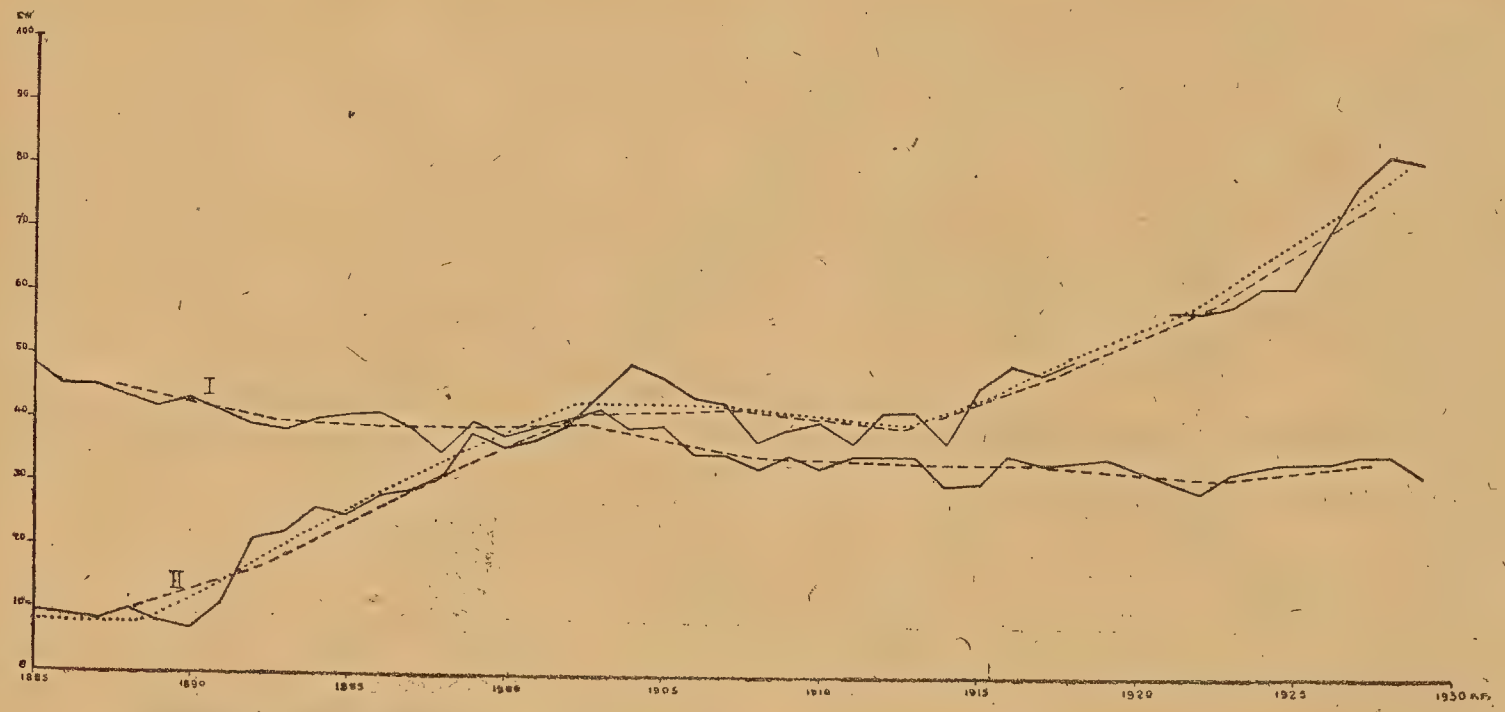

График II. Разности средних годовых уровней для Вознесенье—Усть-Вытегра (I) и Вознесенье—Повенец (II).

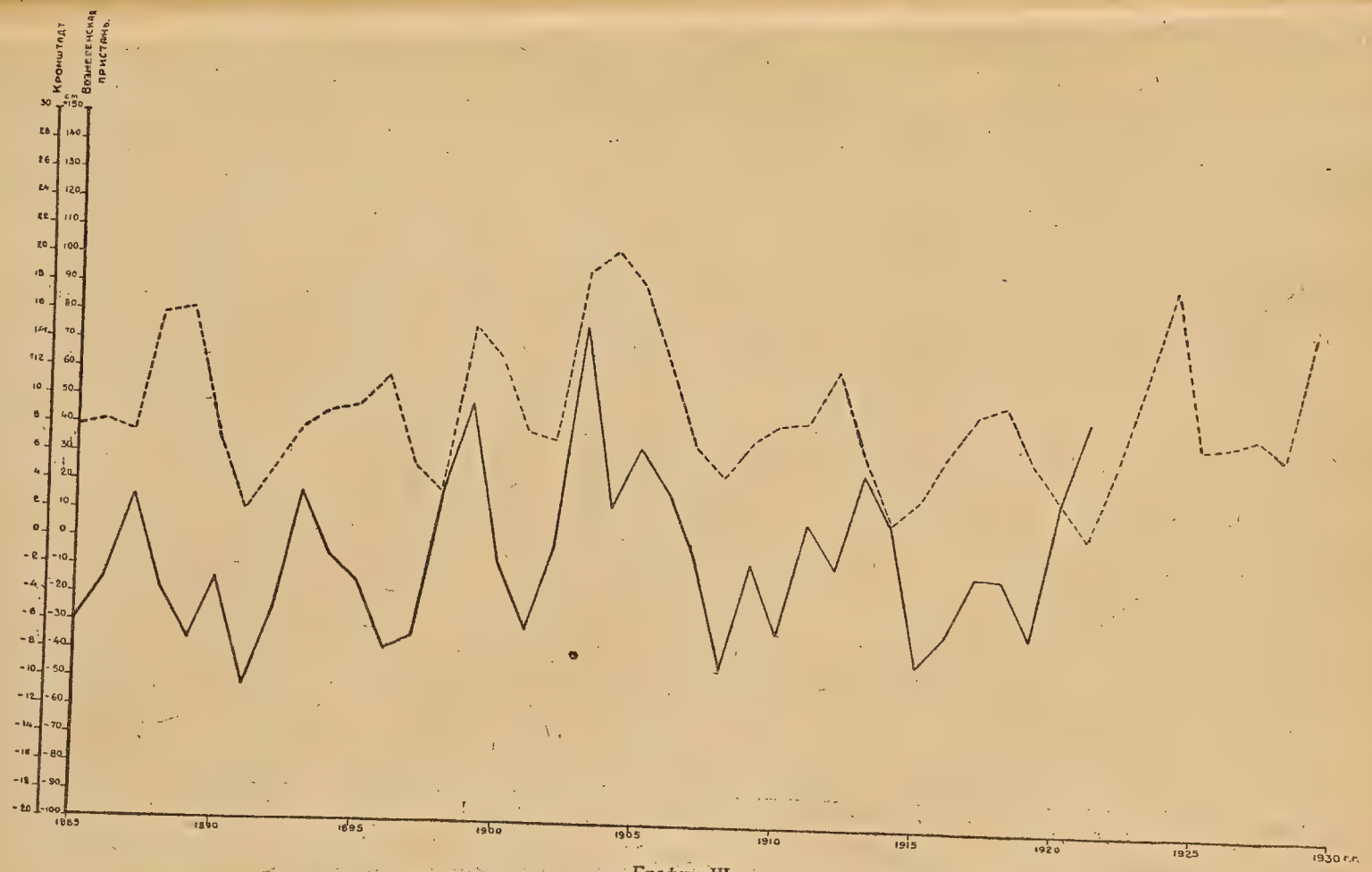

График III.

——— Средние годовые уровни Финского залива у Кронштадта. ------ Средние годовые уровни Онежского озера у Вознесенья.

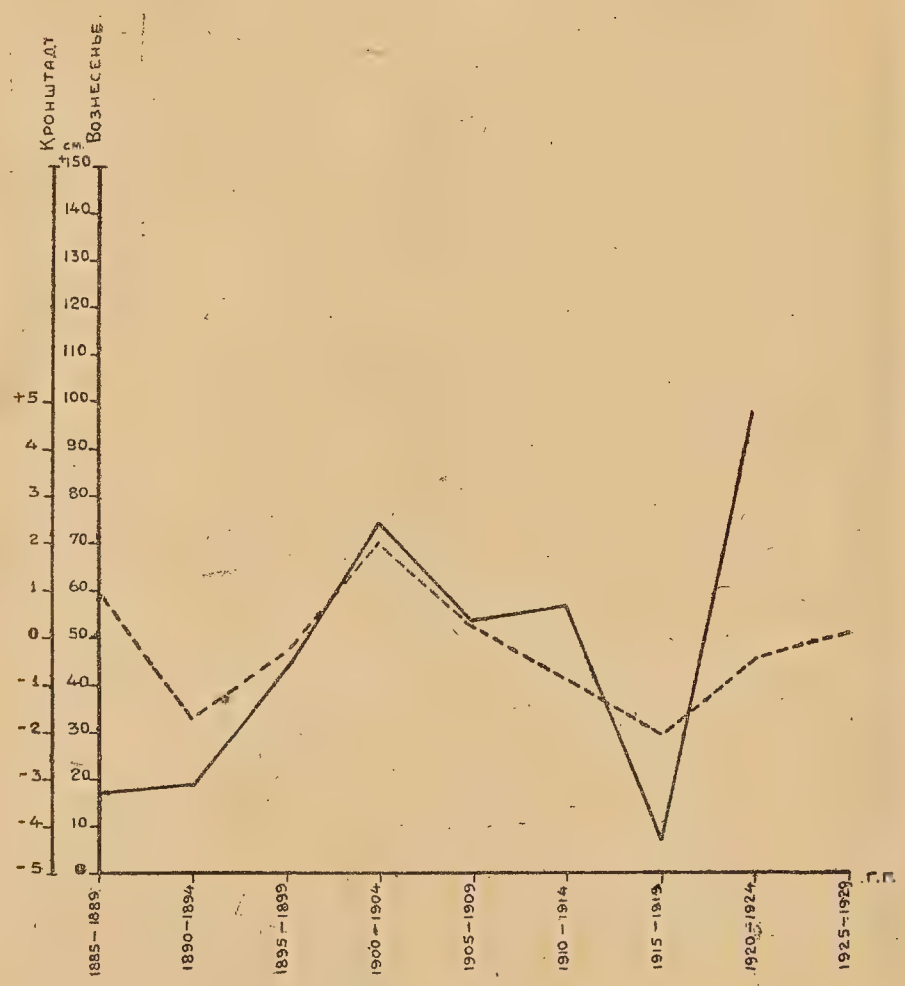

График IV.

Средние за 5 лет уровни Онежского озера у Вознесенья (прерывная линия) и Финского залива у Кронштадта (сплошная линия).

Travaux de l'Expédition Scientifique d'Olonetz.

Publiés:

Partie I. Livraison 1—2. 1) **Werestschagin, G.** Le surgissement et la marche des travaux de l'Expédition Scientifique d'Olonetz en 1918—1923, p. 1—18 avec un résumé français; 2) **Werestschagin, G.** Programmes et méthodes des travaux de l'Expédition Scientifique d'Olonetz en 1918—1923, p. 21—58 avec un résumé français, Leningrad, 1924.

Partie II. Livraison 1. **Werestschagin, G.** Les méthodes de la morphométrie des lacs. Lgr., 1930, p. 114 avec un résumé allemand.

Partie III. Livraison 1. 1) **Werestschagin, G.** Sur le mouvement positif et négativ des rivages du lac Ségozéro, p. 1—24 avec un rés. allem. 2) **Egoroff, E.** Les roches vertes de la région du partage des eaux du lac Onéga et de la mer Blanche, p. 27—58 aves un rés. français. Lgr., 1926.

Partie V. Livraison 1. **Wislouch, S.** et **Kolbe, R.** Matériaux sur la flore des Diatomées du lac d'Onéga. Lgr., 1927, 76 pp. avec un résumé allemand.

Partie VI. Livraison 1. **Djakonow, A.** Sur la faune des Odonata du lac Sandal et de ses environs. Pgr., 1922, 34 pp. avec un résumé allemand.

Partie VI. Livraison 2. 1) **Rylov, W.** Sur la connaissance de la faune des Rotatoria de quelques bassins de la région Olonetz, District Pudozh, p. 1—33 avec un résumé allemand. 2) **Domratschev, P.** Sur la Faune des Hidrachnides de quelques lacs du District Pudozh. p. 34—38 avec un résumé allemand. 3) **Abricosov, G.** Bryosoa, recueiilies par l'Expédition Scientifique d'Olonetz, p. 39—45 avec un résumé anglais. Lgr., 1926.

Partie VI. Livraison 3. **Rylov, W.** Sur la connaissance de la faune des Eucopepoda de quelques bassins de la région d'Olonetz. Lgr., 1928, 44 pp. avec un résumé allemand.

Partie VI. Livraison 4. 1) **Martynov, A.** Les Trichoptères de l'Expédition Scientifique d'Olonetz 1921—1923, p. 1—30 avec un résumé anglais. 2) **Puchkarev. N.** Sur l'age de quelques poissons du lac Sandal, p. 30—56 avec un résumé allemand. Lgr. 1928.

Partie VI. Livraison 5. **Lepnewa, S.** Les larves des Trichoptères de la région Olonetz. Leningrad, 1928, 126 pp. avec un résumé allemand.

Partie VI. Livraison 1. **Kalinovicz, B.** La rivière Souna et l'exploitation de l'énergie de ses eaux. Pgr., 1922, 41 pp. avec un résumé anglais.

Partie VIII. Livraison 2. **Poljak, S.** Les forêts et leur exploitation dans la région du lac Ségozéro. Petrosawodsk, 1924, 17 pp. avec un résumé anglais.

Partie VIII. Livraison 3. 1) **Pallon, L.** Les poissons et les pêches du lac Ségoséro. p. 3—35 avec un résumé allemand. 2) **Domratschev, P.** Les lacs de la région Transonégienne. Un aperçu sur les pêches, p. 37—86 avec un résumé allemand. 3) **Pallon, L.** Les poissons et les pêches des lacs de la région entre la mer Blanche et le lac Onéga, p. 87—104 avec un résumé allemand.

Rapports de l'Expédition Scientifique d'Olonetz.

Publiés:

Werestschagin, G., en collaboration avec les membres de l'Expédition. Rapport préliminaire des travaux de l'Expédition Scientifique d'Olonetz en 1920. Pgr., 41 pp.

Werestschagin, G., en collaboration avec les membres de l'Expédition Scientifique d'Olonetz en 1921. Pgr., 1923, 68 pp. avec un résumé allemand.

Editeur:
Institut Hydrologique.

Redacteur.
G. Werestschagin.

П-22695

Цена 2 руб.

Труды Олонецкой Научной Экспедиции.

Напечатаны:

Часть I; вып. 1—2. **Верещагин, Г. Ю.** Возникновение и общий ход работ Олонецкой Научной Экспедиции в 1918—1923 гг., стр. 1—18 с франц. резюме. **Верещагин, Г. Ю.** Программы и методы Олонецкой Научной Экспедиции в 1918—1923 гг., стр. 21—58 с франц. резюме и табл. рис. Лгр., 1924.

Часть II; вып. 1. **Верещагин, Г. Ю.** Методы морфометрической характеристики озер. 114 стр. с нем. резюме. Лгр., 1930.

Часть III; вып. 1. **Верещагин, Г. Ю.** Положительное и отрицательное движение береговой линии на озере Сегозере, стр. 1—24 с нем. резюме. **Егорова, Н. Е.** Зеленокаменные породы на Онего-Беломорском водоразделе, стр. 27—58 с англ. резюме. Лгр., 1926.

Часть V; вып. 1. **Вислоух, С. М. и Кольбе, Р.** Материалы по диатомовым Онежского и Лососинского озер. Лгр., 1927, 76 стр. с нем. резюме.

Часть VI; вып. 1. **Дьяконов, А. М.** К фауне Odonata озера Сандал и его окрестностей. Пгр., 1922, 34 стр. с нем. резюме.

Часть VI; вып. 2. **Рылов, В. М.** К познанию фауны Rotatoria некоторых водоемов Олонецкого края (Пудожск. уезд), стр. 1—33 с 1 табл. с нем. резюме. **Домрачев, П. Ф.** К фауне гидрахнид некоторых озер Пудожского уезда, стр. 34—38 с нем. резюме. **Абрикосов, Г. Г.** Мшанки, собранные Олонецкой Научной Экспедицией, стр. 39—45 с англ. резюме. Лгр., 1926.

Часть VI; вып. 3. **Рылов, В. М.** К познанию фауны Eucopepoda некоторых водоемов Олонецкого края. 44 стр. с нем. резюме. Лгр., 1927.

Часть VI; вып. 4. **Мартынов, А. В.** Trichoptera сбора Олонецкой Научной Экспедиции 1921—1923 гг., стр. 1—30 с англ. резюме. **Пушкарев, Н. П.** О возрасте некоторых рыб оз. Сандал, стр. 31—56 с нем. резюме. Лгр., 1928.

Часть VI; вып. 5. **С. Г. Лепнева.** Личинки ручейников Олонецкого края. Ленинград, 1928, 126 стр. с нем. резюме.

Часть VIII; вып. 1. **Калинович, Б. Ю.** Река Суна и использование ее водных сил. Пгр., 1922, 44 стр. с англ. резюме.

Часть VIII; вып. 2. **Поляк, С. Т.** Леса и лесной промысел в районе Сегозера. Петрозаводск, 1924, 17 стр. с англ. резюме.

Часть VIII; вып. 3. **Паллон, Л. О.** Рыбы и рыбный промысел Сегозера, стр. 3—35 с нем. резюме. **Домрачев, П. Ф.** Озера Заонежья. Рыбохозяйственный очерк, стр. 37—86 с нем. резюме. **Паллон, Л. О.** Рыбы и рыбный промысел озер Онего-Беломорского водораздела, стр. 87—104 с нем. резюме.

Отчеты Олонецкой Научной Экспедиции.

Напечатаны:

Г. Ю. Верещагин и друг. Предварительный Отчет о работах Олонецкой Научной Экспедиции в 1920 году. Пгр., 1921, 41 стр.

Г. Ю. Верещагин и друг. Предварительный Отчет о работах Олонецкой Научной Экспедиции в 1921 году. Пгр., 1923, 68 стр. с нем. резюме.

СКЛАД ИЗДАНИЙ: КНИГОЦЕНТР—ОГИЗ

Издатель: Госуд. Гидролог. Институт. Редактор: **Г. Ю. Верещагин.**

Ленинградский Областлит № 13948. Тираж 1000 экз.

Типография Гос. Гидрологического Института, Ленинград, улица 3-го Июля, д. № 3/5

30=

30=